موسوعة عالم المعرفة

NOBILIS

كيف تستخدم هذا الكتاب؟

كل جزء من **موسوعة عالم المعرفة** يعالج موضوعاً مختلفاً مقسّماً إلى عدد من العناوين. إذا قلبت الصفحة المقابلة تجد لائحة بالعناوين المطروقة في هذا الجزء.

كل عنوان أساسي يتضمّن عدداً من الفصول الفرعية. أما الفهرس الأبجدي للعناوين فمعروض في الصفحة الأخيرة من الجزء.

جزء الفهرس العام

إذا كنت بحاجة إلى معلومات أوفى عن جزء من **موسوعة عالم المعرفة** أو إن كنت غير متأكد إلى أي جزء تعود لتبحث عن مبتغاك فما عليك سوى الرجوع إلى الفهرس العام (الجزء ١١). يحتوي هذا الأخير على لائحة كاملة بالعناوين المعالجة في الموسوعة، وعلى لوائح معطيات عملية.

المراجع

بعض الكلمات في هذه الموسوعة بارز الحجم أي أن في الصفحات التالية معلومات أكثر عن هذه الكلمات. وإذا لم تتمكّن من ايجاد الكلمة البارزة الحجم في فهرس الجزء الذي بين يديك فعُد إلى فهرس الموسوعة لتجد ضالتك.

مصادر الصور

Australian Information Service, Chris Barker, Barnaby's Picture Library, Boston Medical Library, British Museum, British Red Cross, Camera Press, Canadian High Commission, J. Allan Cash, Central Office of Information, Christian Science Publishing Society, Conservative Central Office, Delaware State Bureau of Travel Development, Douglas Dickins F.R.P.S. Tony Duffy, E.E.C., E-T Archive, Fox Photos, Free China Centre, Ronald Grant, Hamlyn Picture Library, Julian Holland, House of Representatives, Anwar Hussain, Alan Hutchison, Imperial War Museum, Industrial Photolabs, Israel Government Tourist Office, Italian State Tourist Office, Japan Information Centre, Victor Kennel, London Hospital, Mansell Collection, Colin Mayer, Middle East Airlines, Ministry of Defence, Moroccan Tourist Office, National Aeronautics and Space Administration, National Gallery London, National Portrait Gallery London, NATO, Netherlands Tourist Office, New Scotland Yard, Olympic Airways, Outlook Films Ltd., Jacques Penry, Picturepoint, Josephince Powell, Radio Times Hulton Picture Library, Religious Society of Friends, St. Bartholomew's Hospital, Norman Sagansky, Scala, D. Scharf/Science Photo Library, Smithsonian Institution, Sonia Halliday Photos, South African Tourist Corporation, South Dakota Department of Highways, Frank Spooner Pictures, Spectrum Colour Library, State of Minnesota Department of Economic Development, Syndication International, Tate Gallery London, United Kingdom Atomic Anergy Authority, United Nations, United States Embassy, United States Travel Service, University College Hospital Dental School, Robert Updegraff, Warner Columbia, Watch Tower Bible Tract Society, John Watney, Westland plc. Westminster Hospital, Yarrow, ZEFA. The photograph of Caerphilly Castle on page 81 is reproduced by permission of the Controller of Her Britannic Majesty's Stationery Office.

مَوسُوعَة
عَالَمُ المَعرِفَة

رئيس التحرير العام
ليونارد سيلي م.إد.

الأرض و الفَلَك

الجزء ٤

نوبليس

الفنانون

Fred Anderson
Richard Bonson
Terry Collins F.S.I.A.
Jon Davis
Paul Doherty
Keith Duran
Gerry Embleton
Garden Studios
Tony Gibbons
Terry Hadler
Hatton Studios
Hayward & Martin Ltd
Tim Hayward
Richard Hook
Illustrators London
David Jefferis
Eric Jewell
Eric Kincaid
Linden Artists
Angus McBride
Dee McLean
Ben Manchipp M.S.A.L.
Jim Marks
Colin Newman
Sebastian Quigley
Val Sangster
Rodney Shackell
John Sibbick
Bill Stallion
Brian Watson
David Webb

المساهمون

John E. Allen C. Eng., F.R.Ae.S., F.R.S.A.
Dr. Martin Angel
Neil Ardley B.Sc.
Norman Barrett M.A.
Sue Becklake B.Sc.
Lionel Bender B.Sc.
Dr. Maurice Burton
Robert Burton M.A.
Michael Chinery M.A.
Jean Cooke B.A.
Kenneth Gatland F.R.A.S.
Michael Gibson M.A.
Barbara Gilgallon B. Ed.
Hugh Gregor M.A.
Bill Gunston
Peter Hildreth M.A.
Michael Hoyland
Josephine Kamm
Robin Kerrod
Keith Lye B.A., F.R.G.S.
Robin May
Brian Murphy M.A.
Theo Rowland-Entwistle B.A., F.R.G.S., F.Z.S.
Geoffrey Trease M.A.
Ian Tribe B.Sc.
Deysia Tuddenham B.Sc.
Jenny Vaughan B.A.
P.F. Whiteley B.A., M.Sc.
A.R. Williams M.A.

رئيس التحرير العام

eonard Sealey M.Ed.

المستشارون

ohn Blackie C.B., M.A., formerly H.M. Chief spector for Primary Schools
ord Briggs, Provost of Worcester College, Oxford
Professor Sir Bernard Lovell O.B.E., F.R.S., Emeritus Professor of Radio Astronomy at the University of Manchester
Rosemary Sutcliff O.B.E., author of children's book

المحررون

hilip Clark
eatrice Phillpots
ue Seddon

المصممون

aulkner/Marks Partnership
ulian Holland
Martin Smillie
The Third Edition edited and designed by Holland & Clark Limited

تامين الصور

Caroline Adams
Anne-Marie Ehrlich
Trisha Pike
ane Williams

© دار نوبليس للنشر، نوبليس سنتر، الجميزة، بيروت، لبنان

هاتف: ٠٠٩٦١٣٥٨١١٢١_٠٠٩٦١١٥٨١١٢١_٠٠٩٦١١٥٨٣٤٧٥

فاكس: ٠٠٩٦١ ١ ٥٨٣٤٧٥

بريد إلكتروني: Nobilis_International@hotmail.com

جميع الحقوق محفوظة _ ٢٠٠٧

Apart from any fair dealing for the purposes of research or private study, or criticism or review, as permitted under the Copyright, Designs and Patents Act, 1988, this publication may, only be reproduced, stored or transmitted, in any form or by any means, with the prior permission in writing of the publishers, or in the case of reprographic reproduction in accordance with the terms of licences issued by the Copyright Licencing Agency.
Enquiries concerning reproduction outside those terms should be sent to the publishers at the under-mentioned address.
Any person who does any unauthorised act in relation to this publication may be liable to criminal prosecution and civil claims for damages.

الطبعة الاولى بالانكليزية في العام ١٩٧٤ ماكميلان إديكايشن ليمتد

الطبعة الثانية بالانكليزية تحت عنوان Heinemann Children's Encyclopedia في العام ١٩٩١ عند Heinemann Children's Reference، وهو قسم في Heinemann Educational Book's LTD
Halley Court, Jordan Hill, Oxford Ox2 8EJ, Associated companies throughout the world.
British Library Cataloguing in Publication Data Heinemann Children's Encyclopedia.
1. Children's Encyclopedia and dictionnaries O32 AGS.
ISBN 0 - 431 - 00034 - 4

تمت ترجمة موسوعة Heinemann Children's Encyclopedia من الانكليزية الى العربية في «قسم الابحاث والترجمة» في «دار نوبليس للنشر» باشراف السيدة دعد سعد نجيم.

الطبعة العربية الاولى ٢٠٠٢

الطبعة العربية الثانية ٢٠٠٧

الأرض والفلك

الكون	٢٩٠
النظام الشمسي	٣٠٠
أرضنا	٣١٤
الصخور والمعادن	٣٣٨
الغلاف الجوي	٣٤٦
المحيطات والبحار	٣٥٨
القارات	٣٦٦

الكون

يشتمل الكون على كل ما نعرفه، ويمتد في مختلف الاتجاهات، إلى أقصى ما يمكن أن تخترق المقاريب.

لا أحد يعرف حجم الكون. ويمكن لعلماء الفلك أن يكتشفوا أجساماً بعيدة جداً، وصل نورها إلينا بعد سفر دام عشرة ملايين سنة وهي مسافة كبيرة للغاية، بما أن سرعة الضوء تبلغ ٣٠٠ ألف كلم في الثانية تقريباً. وربما هناك أجسام أكثر بعداً لم نكتشفها بعد.

يعتقد العلماء أن مجموعات النجوم المسماة **مجرات** يتباعد بعضها عن البعض الآخر تدريجاً ما يؤدي إلى اتساع الكون.

لا أحد يعرف كيف بدأ الكون وكيف سينتهي. فالبعض يقول إنه وجد دائماً، ولن يفنى أبداً، وأن المجرات الجديدة تتشكّل لتملأ الفراغ الذي تخلفه المجرات المتباعدة.

والبعض الآخر يعتقد بأن الكون تكوّن في وقت ما من الماضي السحيق.

وأن المجرات تشكّلت بعد انفجار ذرّة بدائية، أو «بيضة كونية» وخلقت المادة في الكون بفعل منفرد.

أعلى: *كرة جغرافية لنجم من القرن السادس عشر.*

أسفل: *سديم تريفيد في الجوزاء يتضمن نجوماً حارّة شابة، وغيوماً من المادة المظلمة.*

أعلى: *يُظهر ضوء النجوم في الثريا السديم (البقع الزرقاء)*

النجوم

غالباً ما يطلق على الأجسام المنتشرة في سماء الليل اسم «نجوم»، ولكن في الواقع، **الشمس** وحدها في نظامنا الشمسي هي نجم وليس **القمر والكواكب**.

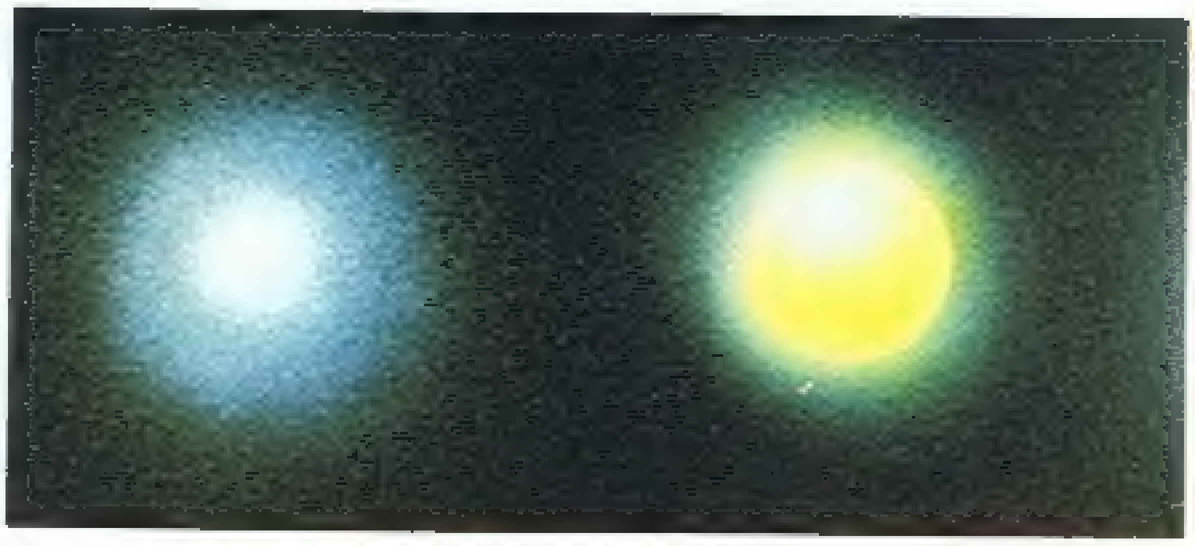
تتركّب النجوم كما الشمس من غازات حارة، وهي تبث **نوراً** خاصاً بها. وتكوّنت في عناقيد من غيوم الغاز والغبار داخل **المجرة**، حين تقلّصت جيوب الغاز تحت تأثير **الجاذبية**، فارتفعت حرارة وسطها الذي وقع تحت ضغط عال جداً. وتحوّل غاز الهيدروجين إلى غاز الهيليوم نتيجة تفاعل ذري. هكذا تكوّنت النجوم.

تتفاوت النجوم كثيراً في العمر والحجم والحرارة واللون. فالنجوم الحمراء هي الأكثر برودة والزرقاء هي الأكثر حرارة. ويؤدي ارتفاع حرارة بعضها أكثر فأكثر إلى انفجارها، فتعرف بالمستسعر الأكبر.

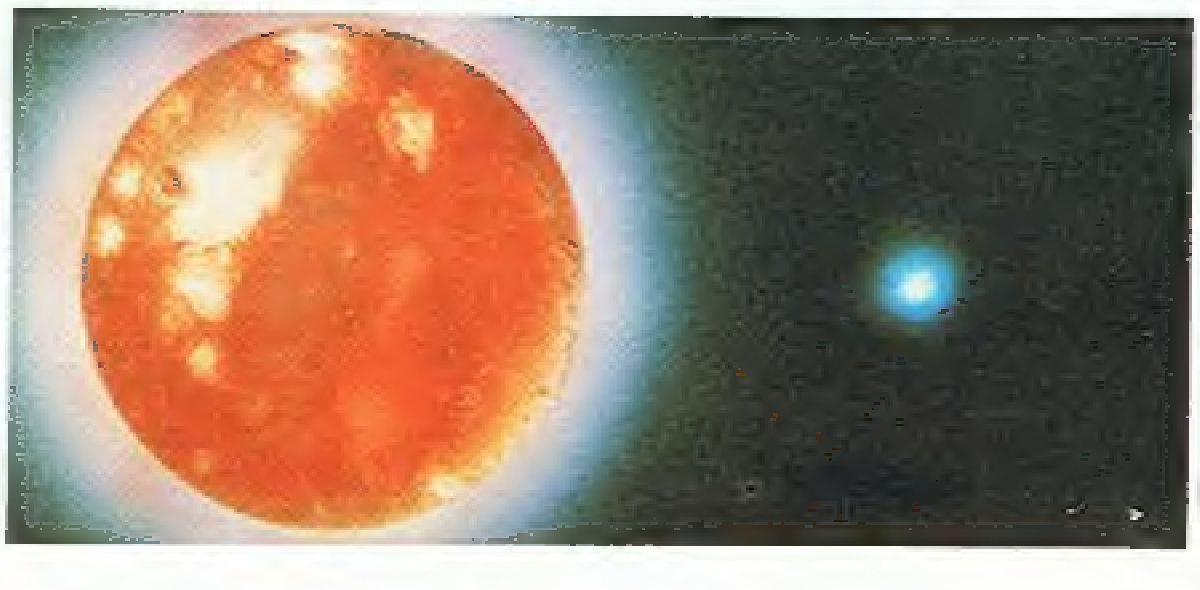
ليست النجوم كلّها مستقلة، فبعضها ثنائي، أو ثلاثي أو أكثر، وهذا يتوقف على قوة الجذب المتبادلة.

تضم **مجرتنا** ما لا يقل عن مئة مليون نجم، تفصل بينها مسافات شاسعة، تقاس بالمسافة التي يجتازها **الضوء** في سنة. وتعرف وحدة القياس هذه بالسنة الضوئية.

عندما ننظر إلى الفضاء، نكون في الواقع ننظر إلى الزمن الغابر. فمعظم أنوار النجوم التي نراها بدأت رحلتها إلينا قبل ولادتنا. فضوء أقرب نجم منا بعد الشمس، قنطوروس القريب، يستغرق أربع سنوات وربع السنة ليصل إلينا، وضوء أكبر نجم، الشعرى اليمانية، يستغرق ٧ ـ ٨ سنوات، أما ضوء رأس التوأم في كوكبة الجوزاء فيستغرق ٤٤ سنة.



٢ ١



٤ ٣

يمين: *حياة النجم أربع مراحل: ١ ـ يتكوّن النجم عندما تتقلص سحابة الغاز بفعل قوة الجاذبية؛ ٢ ـ يصغر حجمه وترتفع حرارته ويبدأ بالإشعاع كشمسنا؛ ٣ ـ بعد إشعاعه بانتظام لأكثر من ١٠ ملايين سنة، مستهلكاً وقوده من الهيدروجين، ينتفخ ويصبح عملاقاً أحمر؛ ٤ ـ ينفجر النجم لينتهي قزماً أبيض.*

السدم

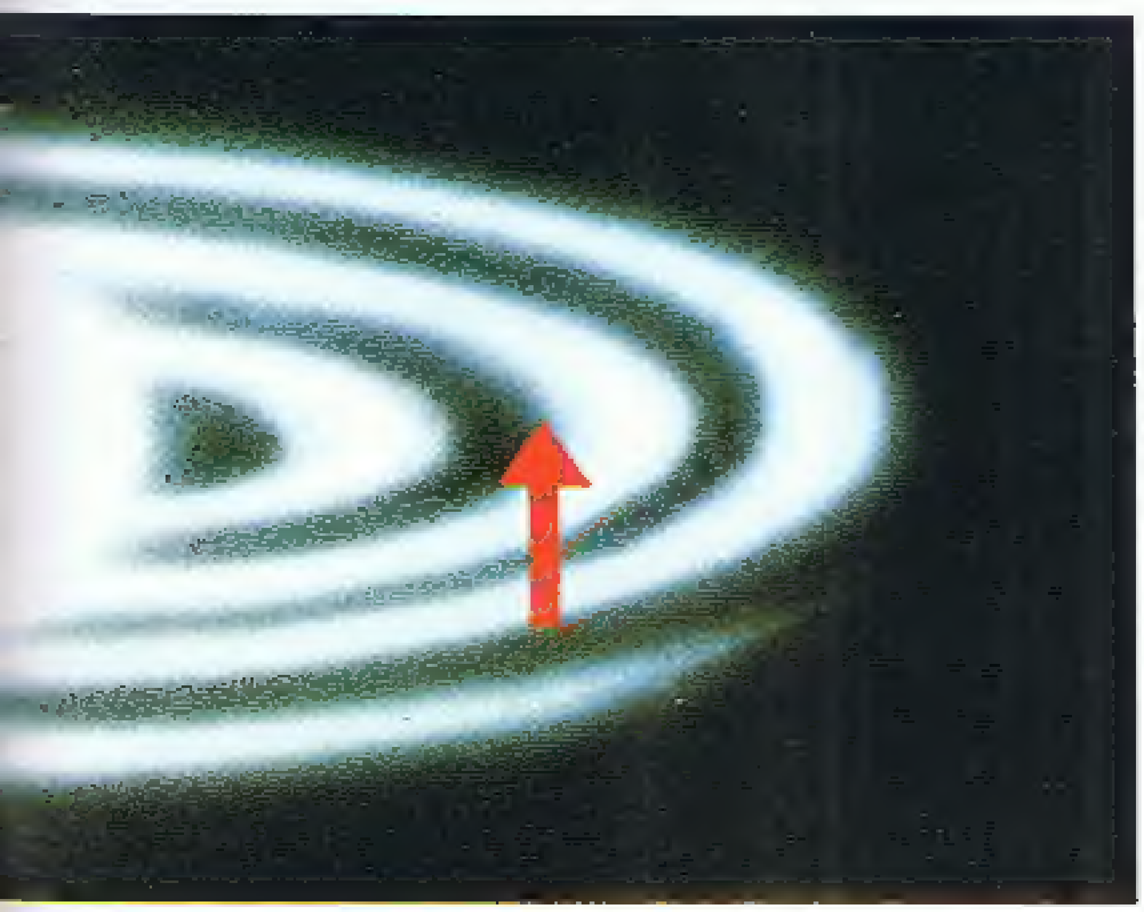
تبدو السدم في السماء كرقع ضوء ضبابية، أفضل من نقاط ضوء جلية كالنجوم. والكثير منها غيوم ضخمة من الغاز والغبار داخل مجرتنا.

بإمكاننا رؤية ضوء السدم كرقع مشبّعة في السماء. فبعضها يضيء بفضل انعكاس ضوء نجوم مجاورة عليها، والبعض الآخر يتقد غازه بفضل الطاقة التي يستمدها من نجوم مشعة في السحابة.

سدم كثيرة لا تشع إطلاقاً، بل تحجب ضوء النجوم التي تخفيها فتبدو هذه السدم المعتمة كمساحات مظلمة، كما تحجب عنا أجزاء كبيرة من **درب التبانة.**

ويبدو بعض السدم مطروحاً في الفضاء نتيجة موت نجوم. فسديم السرطان معروف على أنه بقايا نجم عملاق انفجر.

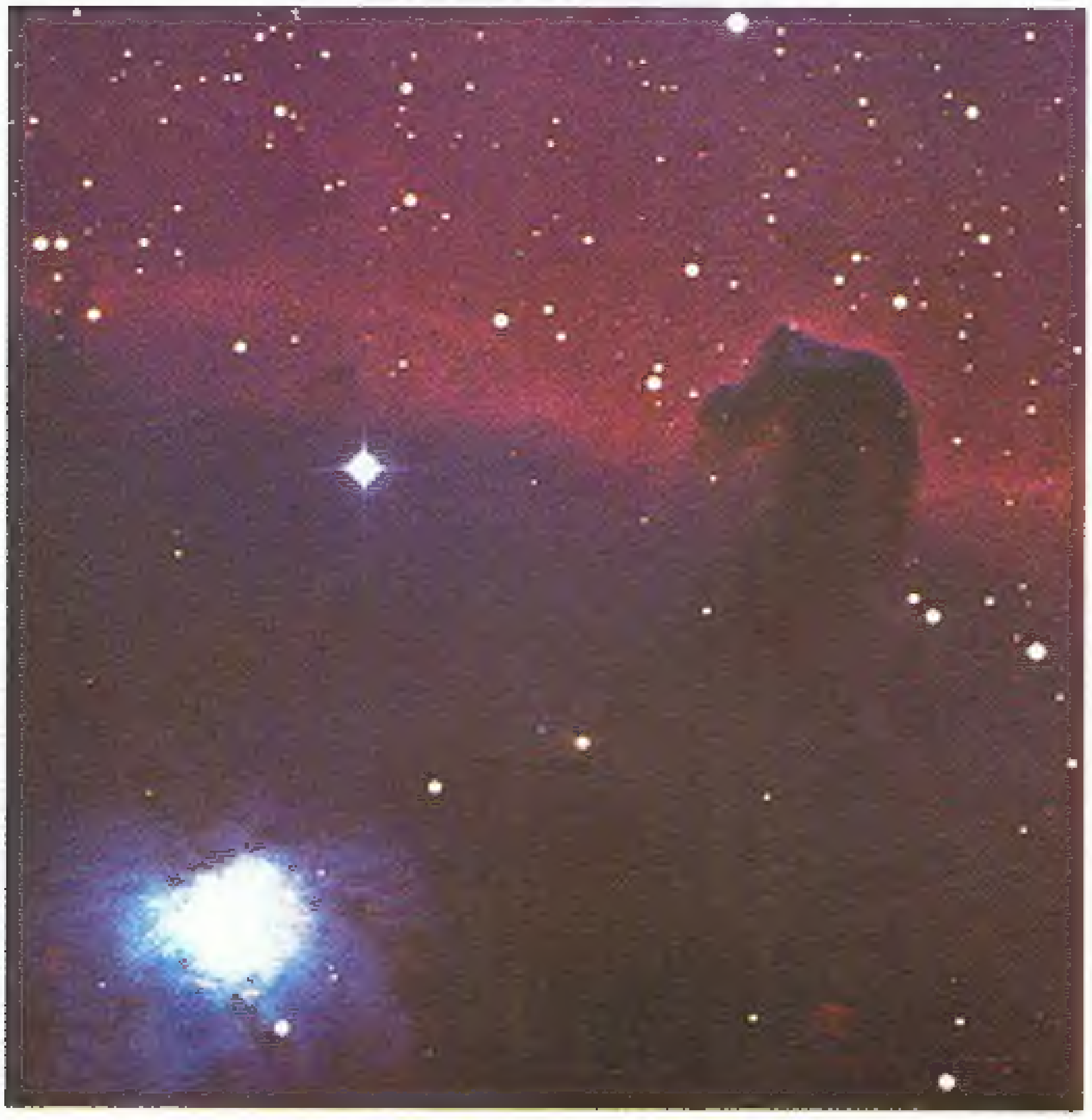
وقد شاهد علماء الفلك الصينيون انفجار المستسعر الأكبر منذ أكثر من ٩٠٠ سنة. كما يعتقد أن السديم الأعظم في الجوزاء هو المكان الذي ولدت فيه نجوم جديدة.

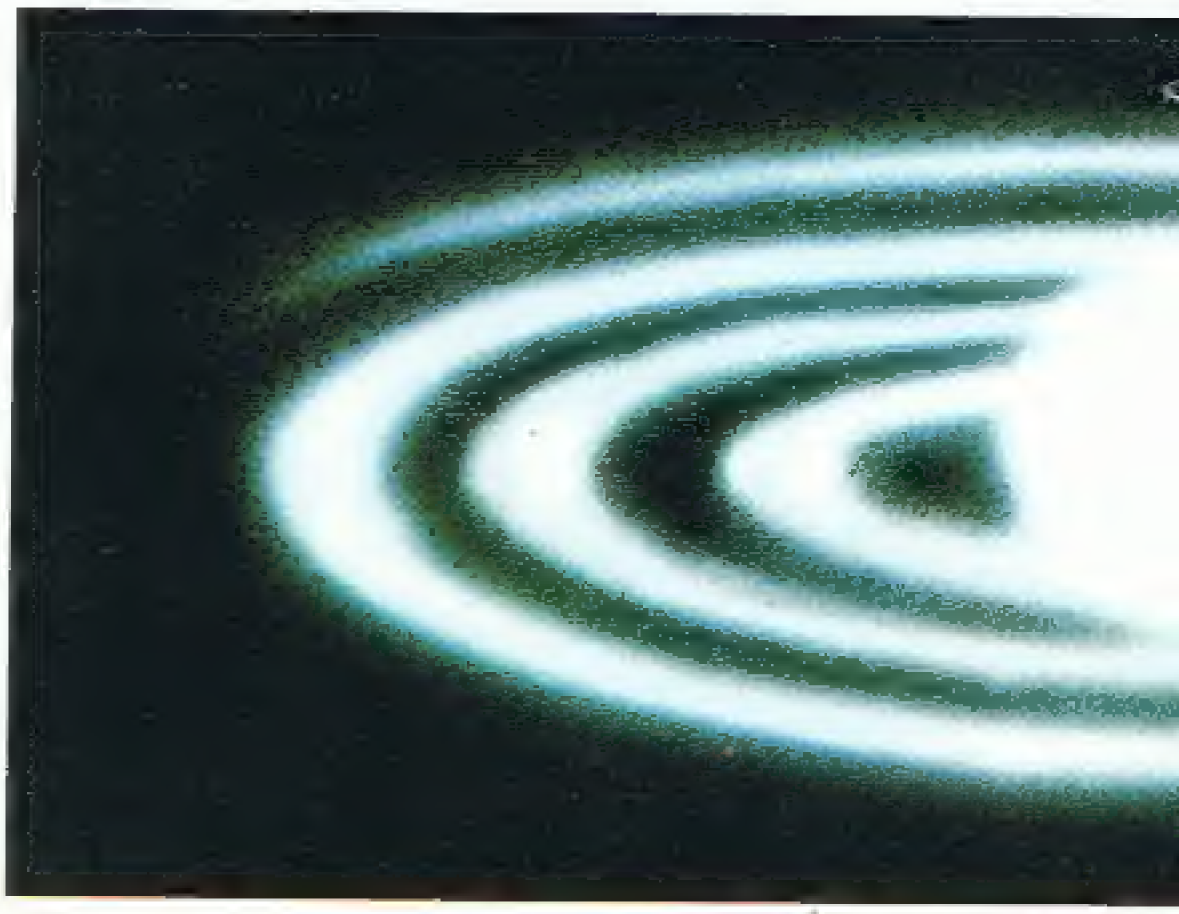


أعلى: *يشير السهم الأحمر إلى موقع الشمس بين ١٠٠ ألف مليون نجم في مجرتنا.*

أسفل يمين: *يُعتقد أن السديم الأعظم في الجوزاء هو مكان ولادة نجوم جديدة، إنه السديم الأكثر ضياءً في السماء.*

أسفل يمين: *سديم رأس الحصان يحجب ضوء النجوم التي خلفه.*





المجرات

المجرة هي مجموعة ضخمة من الغاز و**النجوم** والغبار. والشمس، نجمنا، هي واحدة من مئة ألف مليون نجم تشكل مجرة واحدة. أما مجرتنا فتدور ببطء في الفضاء كدولاب عملاق.

اعتقد علماء الفلك لفترة طويلة أن مجرتنا هي الكون بأسره، إلا أننا نعلم الآن بوجود عدد هائل من المجرات وراء مجرتنا، وهي تبدو كجزر ضخمة من النجوم، تفصل بينها مساحات شاسعة من الفضاء. ليست المجرات كلها لولبية الشكل كمجرتنا، فالأكثر إشعاعاً فيها هي بيضوية الشكل.

درب التبانة

تستطيع أن ترى درب التبانة بسهولة في ليلة صافية. فهي حزام ضعيف من الضوء يمتد عبر السماء، وينبعث من ملايين **النجوم** في مجرتنا والتي تنتشر بيننا ووسط المجرة.

وباستثناء الانتفاخ في وسطها، حيث النجوم متقاربة جداً، تبدو المجرة كمسطح لولبي الشكل، يقع نظامنا الشمسي في أحد امتداداتها اللولبية باتجاه أقصاها.

ليس سهلاً علينا دراسة مجرتنا لأننا نرى جانباً واحداً منها فقط. لذا لا يبدو درب التبانة لولبي الشكل. كذلك تحجب عنا السدم في الأذرع اللولبية أجزاءً من المجرة وبخاصة مركزها. إلا أن سحب الغاز والغبار لا توقف الموجات الراديوية. فهي تصلنا من مختلف أنحاء المجرة.

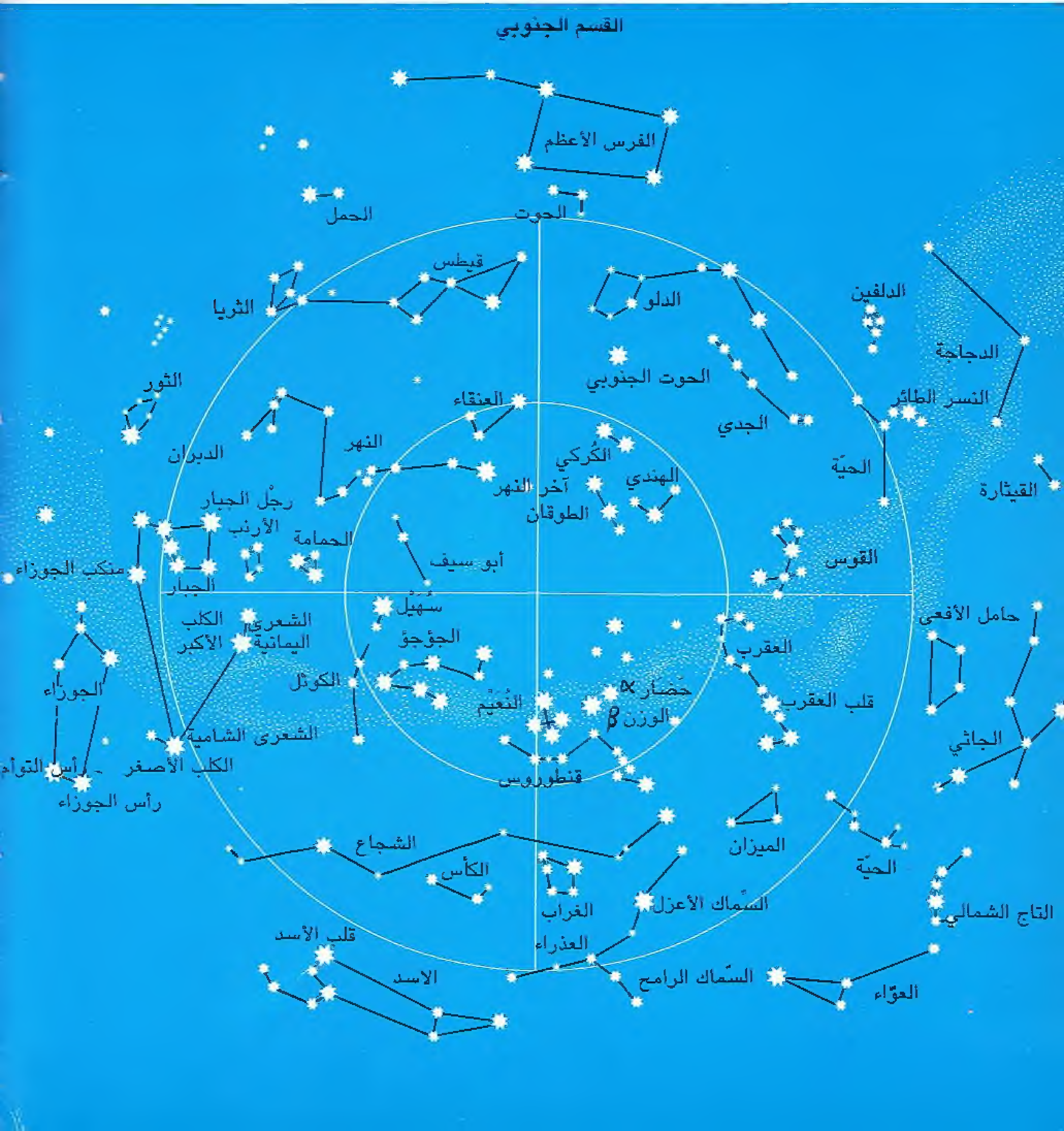
أعلى يمين: *أقرب مجرة ضخمة منا هي المجرة اللولبية الشكل في كوكبة المرأة المُسلسلة. هكذا تبدو مجرتنا من بعيد.*

يمين: *درب التبانة هي ما نراه من مجرتنا من الأرض. الخط الأبيض هو قمر صناعي.*

الكوكبات

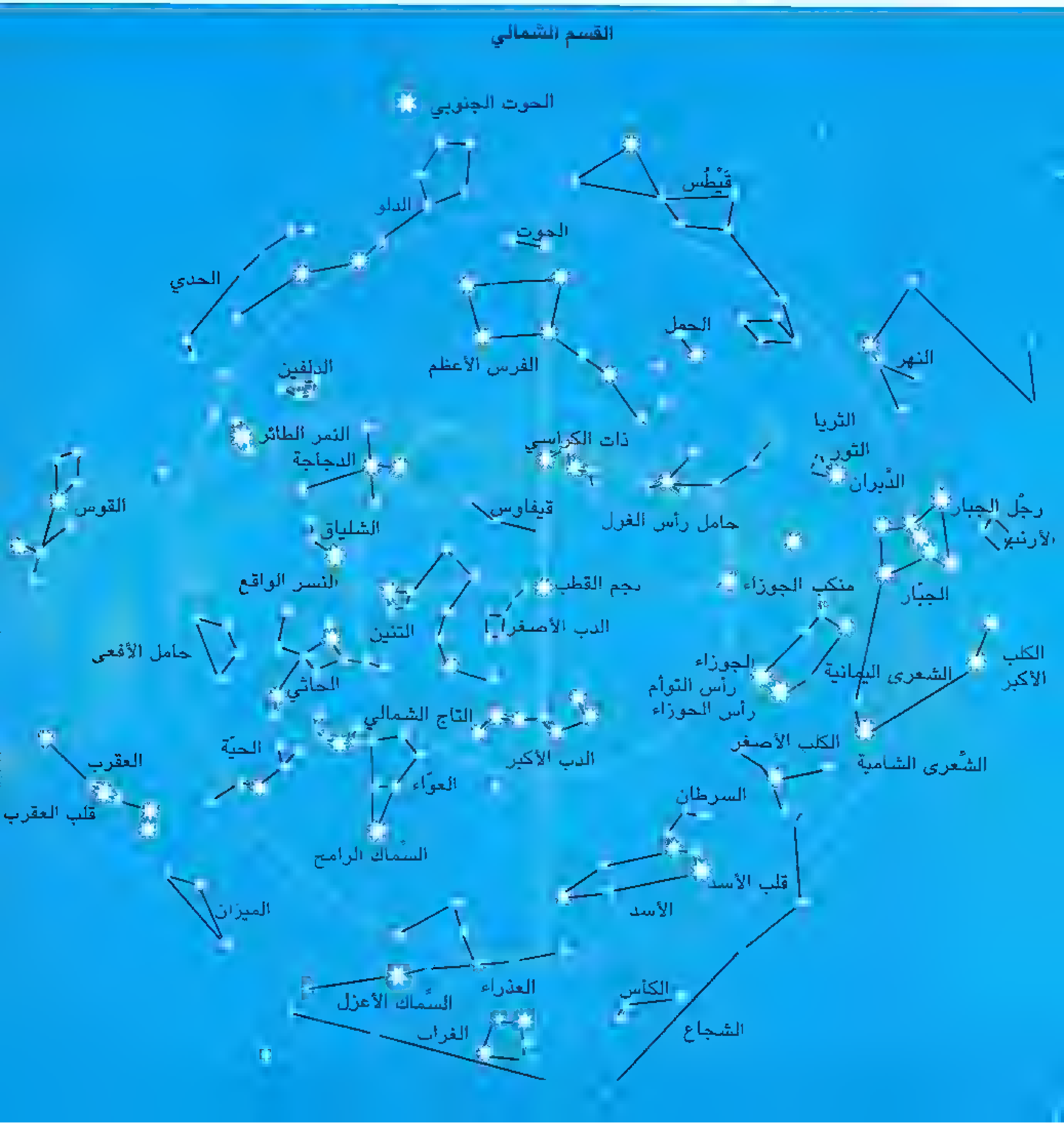
لقد قسم الناس، منذ آلاف السنين سماء الليل إلى مجموعات من **النجوم** سميت كوكبات. واليوم يحدد علماء الفلك ٨٨ كوكبة، أشهرها الدب الأكبر في النصف الشمالي من الكرة الأرضية.

أسفل: *الكوكبات في النصف الشمالي من الكرة الأرضية. الكوكبتان الأسهل اكتشافاً هما الدب الأكبر مع نجومها السبعة، وذات الكرسي، وهي على شكل W.*



يقع النُعَيْم، وهو أكثر الكوكبات سهولة في العثور عليه، في النصف الجنوبي. أيضاً، كوكبة الجبار هي من الكوكبات المعروفة وترى في السماء الشمالية خلال الشتاء. أكثر نجومه إشعاعاً يدعى منكب الجوزاء ويفوق حجمه حجم الشمس ٢٥٠ مرة.

أسفل: *خريطة الكوكبات في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية كوكبة صليب الجنوب ونجومها الأربعة صغرى الكوكبات. يضم القنطوروس أقرب نجم بعد الشمس القنطوروس القريب*



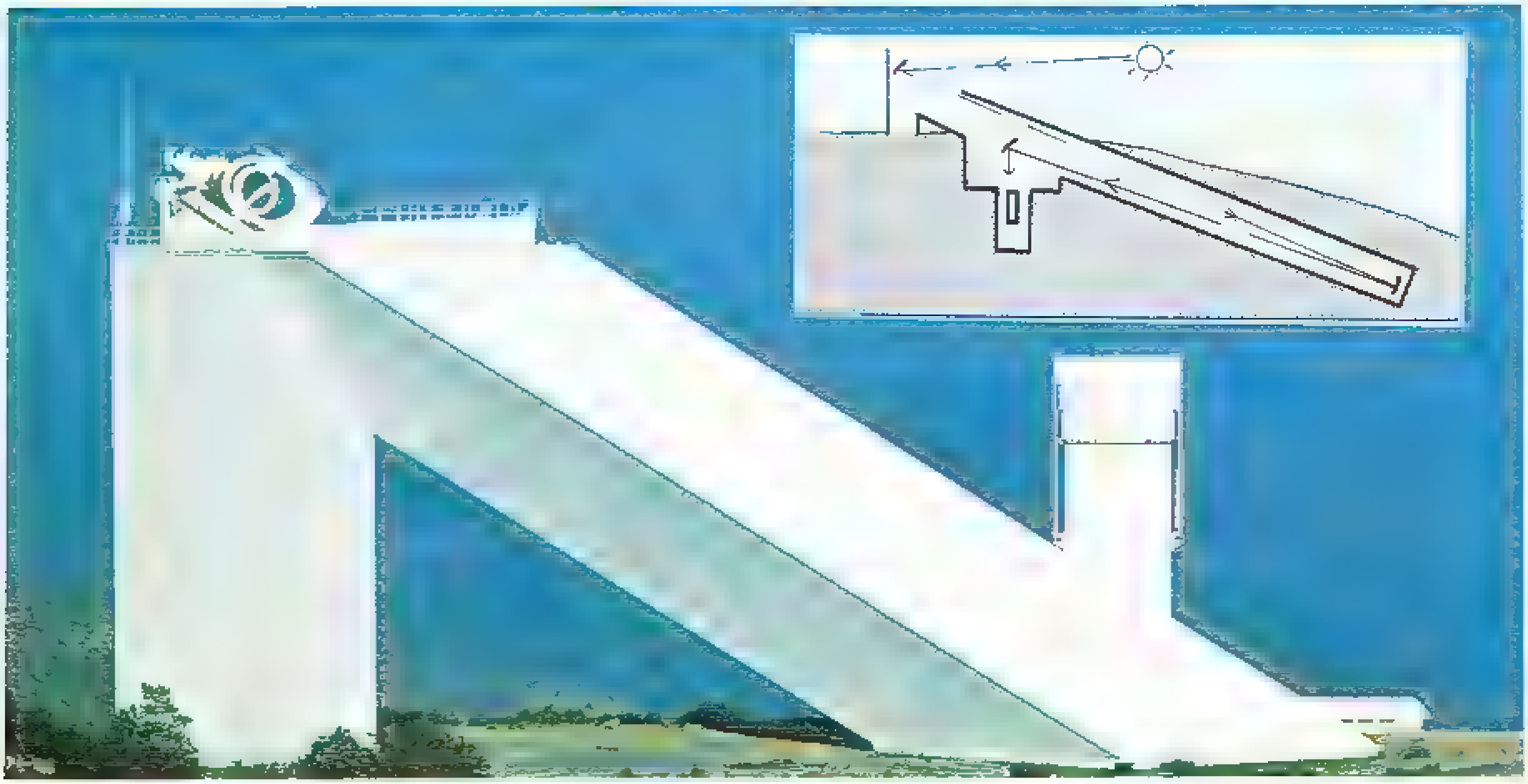
علم الفلك

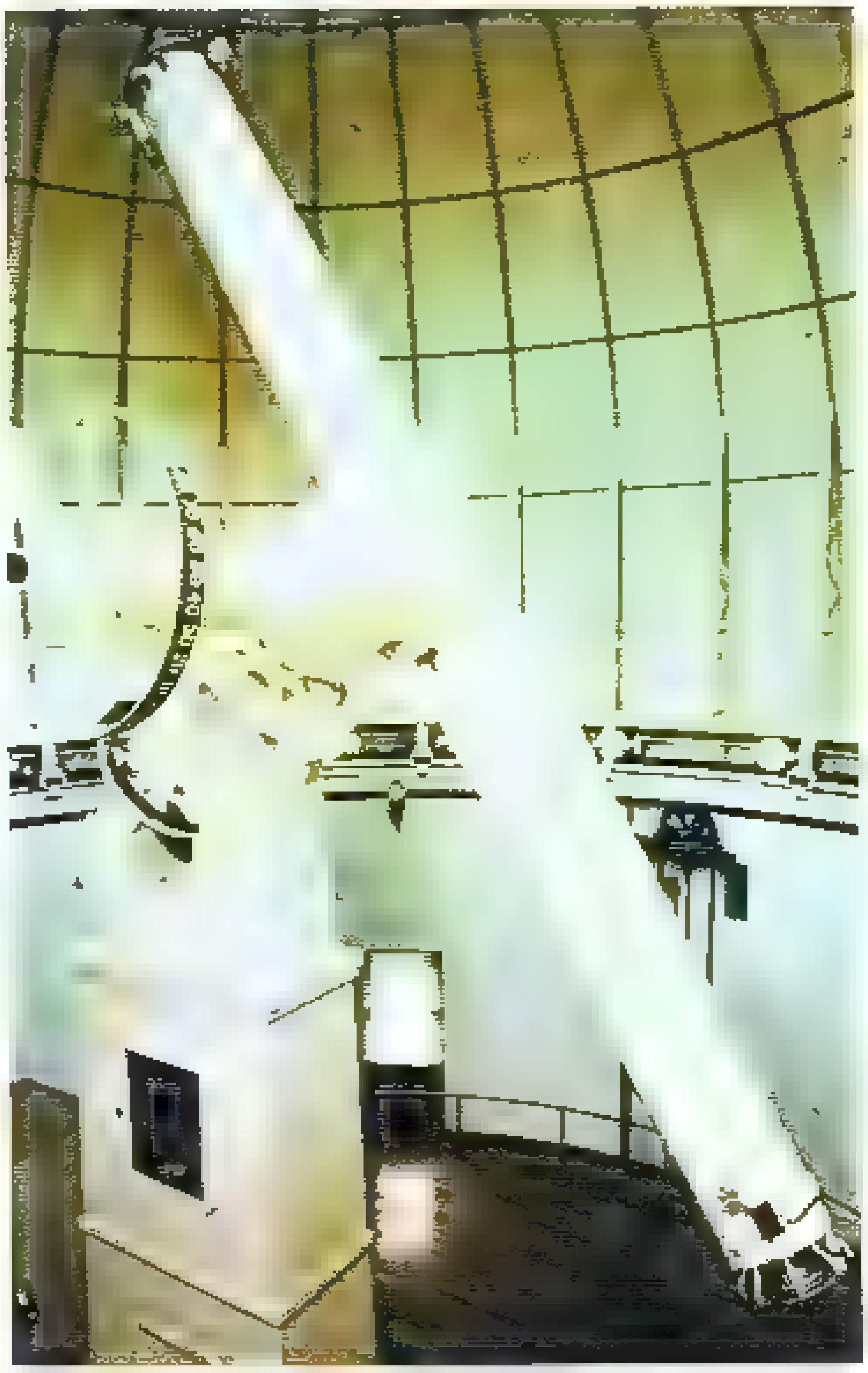
علم الفلك هو الدراسة العلمية للكون وكامل محتواه: مثل **الكواكب**، و**الأقمار**، و**المذنبات**، و**النجوم** و**السدم والمجرات**.

يدرس علماء الفلك تحركات الأجسام في السماء، والمسافات بينها والإشعاعات التي تصدرها، وسيلتهم في ذلك: **المقراب** الذي يكبّر الأشياء البعيدة، والمطياف الذي يكشف ما يحويه النجم من عناصر كيميائية، والمقاريب اللاسلكية التي تلتقط الموجات اللاسلكية من الفضاء. لقد فتح عصر الفضاء مجالات جديدة عبر استخدام أقمار صناعية فضائية بإمكانها درس إشعاعات الأشعة إكس، والأشعة ما دون الحمراء، والأشعة ما فوق البنفسجية، التي يحجبها الغلاف الجوي للأرض عن المراقبين الأرضيين.

أحدث وسائل علماء الفلك هي المسابير الفضائية التي تدرس الكواكب عن كثب.

يسار: *مرصد ذات مقرابين لاسلكيين (أعلى) ومقاريب بصرية (أسفل).*
أسفل: *مقراب كيت بيك الشمسي في الولايات المتحدة لدراسة الشمس. يظهر الرسم البياني انعكاس الشمس في غرفة للمراقبة.*





أعلى: مقراب انكساري داخل قبة واقية في مرصد.

أسفل: جودريل بنك، مقراب لاسلكي في بريطانيا. تتلقّى المقاريب اللاسلكية الإشعاعات اللاسلكية من الفضاء.

المقاريب

المقراب هو أداة تجعل الأشياء البعيدة، **كالنجوم والكواكب**، تبدو قريبة وأكثر وضوحاً. فهي تلتقط صورة عن الشيء البعيد وتكبّرها.

وثمة نوعان مستخدمان من المقاريب في علم الفلك: الانكساري، والعاكس. الأول وهو الأقدم، يتألف من أنابيب وعدسة مركّبة في المقدمة، وعدسة أخرى مكبّرة موضوعة في الحدقية.

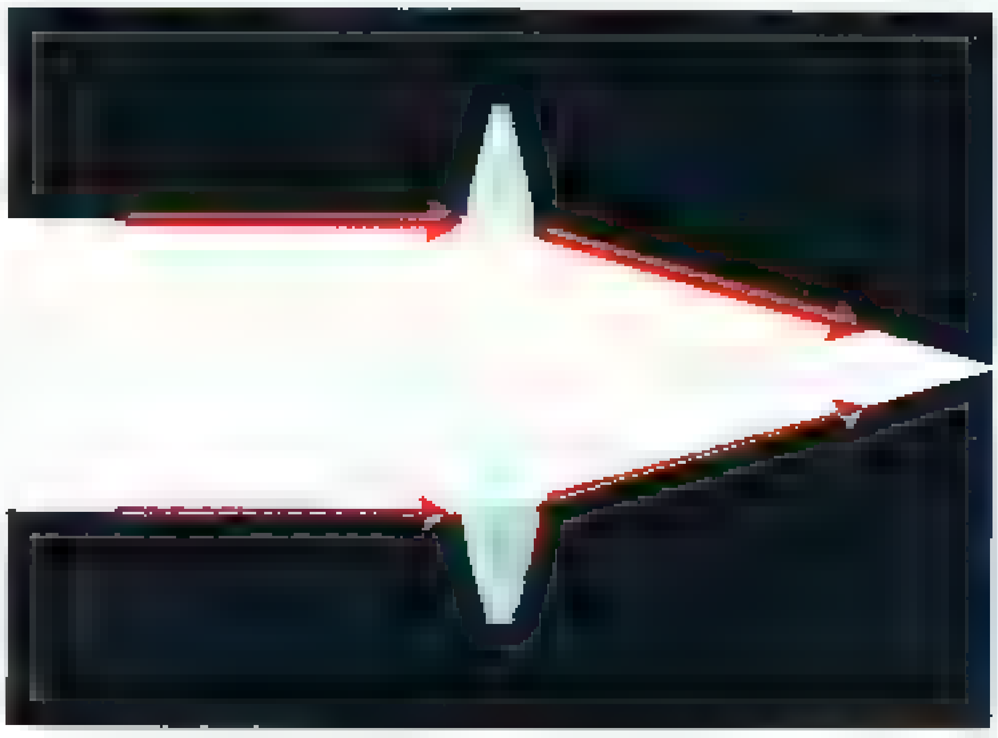
يتضمّن المقراب الانعكاسي عدسة مقعّرة تجمع الضوء وتركزه لتعكسه من ثم مرايا صغيرة على لوحة فوتوغرافية، أو عبر الحدقية إلى المراقب.

قديماً، كان علماء الفلك ينظرون عبر مقاريبهم ويرسمون ما يرونه، أما اليوم فهم يصوّرون النجوم. ومن أجل رؤية جيّدة للنجوم الخافتة والمجرات البعيدة تُعرّض اللوحات الفوتوغرافية، أحياناً، ساعات عدة لضوء هذه النجوم والمجرات. كما أن حركة دوران الأرض تجعل النجوم تبدو وكأنها تتحرّك، لذا يجب تحريك المقراب برمته، لملاحقة النجوم التي تصوّر. وفي أغلب الأحيان يستخدم المطياف مع المقراب لتجزئة ضوء النجم إلى ألوانه الأساسية التي من خلال طيفها يعرف عالم الفلك نوع العناصر الكيميائية في النجم.

باستثناء الضوء، تقتصر أنواع الإشعاعات الصادرة عن النجوم والتي تبلغ مستوى الأرض على بعض الموجات اللاسلكية التي تُلتقط بواسطة مقاريب لاسلكية تعمل بمعظمها بطريقة مشابهة لعمل المقاريب العاكسة: صحن معدني يتلقى هذه الموجات ويعكسها على لاقط.

وأيضاً يمكن استعمال المقاريب اللاسلكية مع رادار. فترسل مثلاً الإشارات اللاسلكية باتجاه كوكب ما، حيث تنعكس وترتد فيلتقطها المقراب اللاسلكي. وعندها يتمكّن الرادار من قياس المسافة الصحيحة لكوكب آخر، وحجمه وسرعة دورانه. كما يمكنه أيضاً إختراق السحب لكشف تفاصيل السطح.

العدسة المحدّبة



العدسة المقعّرة

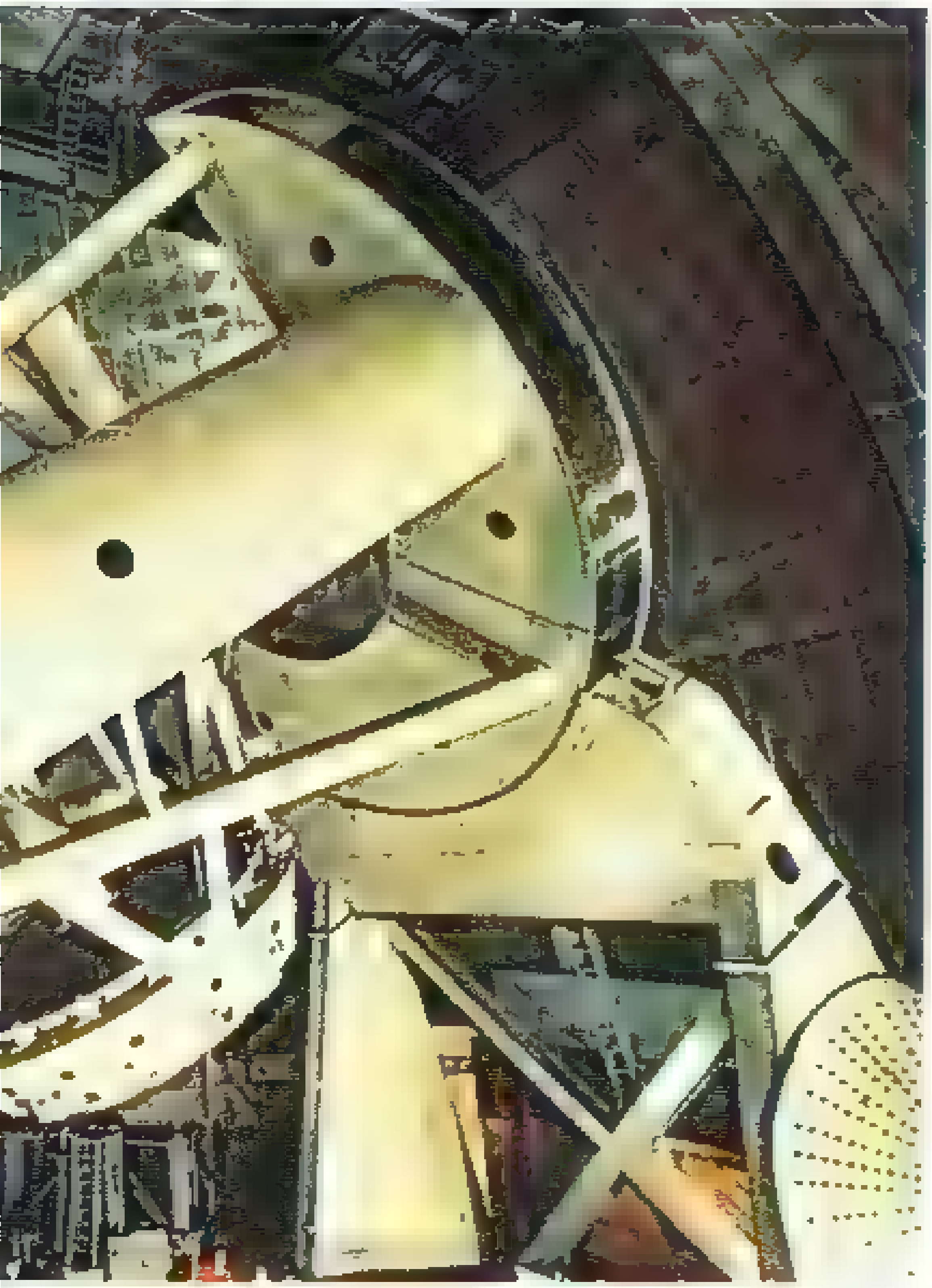
العدسات

العدسة مصنوعة عادة من الزجاج، ولها شكل خاص يسمح لحزمة ضوء تخترقه أن تتقارب أو تتباعد (أي أن تتّسع أكثر أو تضيق أكثر).

عندما تخترق أشعة الضوء العدسة تنكسر (أي تغيّر اتجاهها)، وبسبب تقوّس سطح الزجاج يكون الانكسار كبيراً قرب الحافة وقليلاً في الوسط الذي تخترقه الأشعة من دون انثناء.

نظام العدسات في المقاريب يسمح لنا بتكبير أشياء بعيدة.

يمين: يستخدم نوعان أساسيان من العدسات في المقاريب البصرية: العدسة المحدّبة (أعلى) وهي منتفخة في الوسط، وتجعل أشعاعات الضوء تلتقي عند نقطة تسمى البؤرة، والعدسة المقعّرة (أسفل) وهي رقيقة في وسطها، وتنشر إشعاعات الضوء.

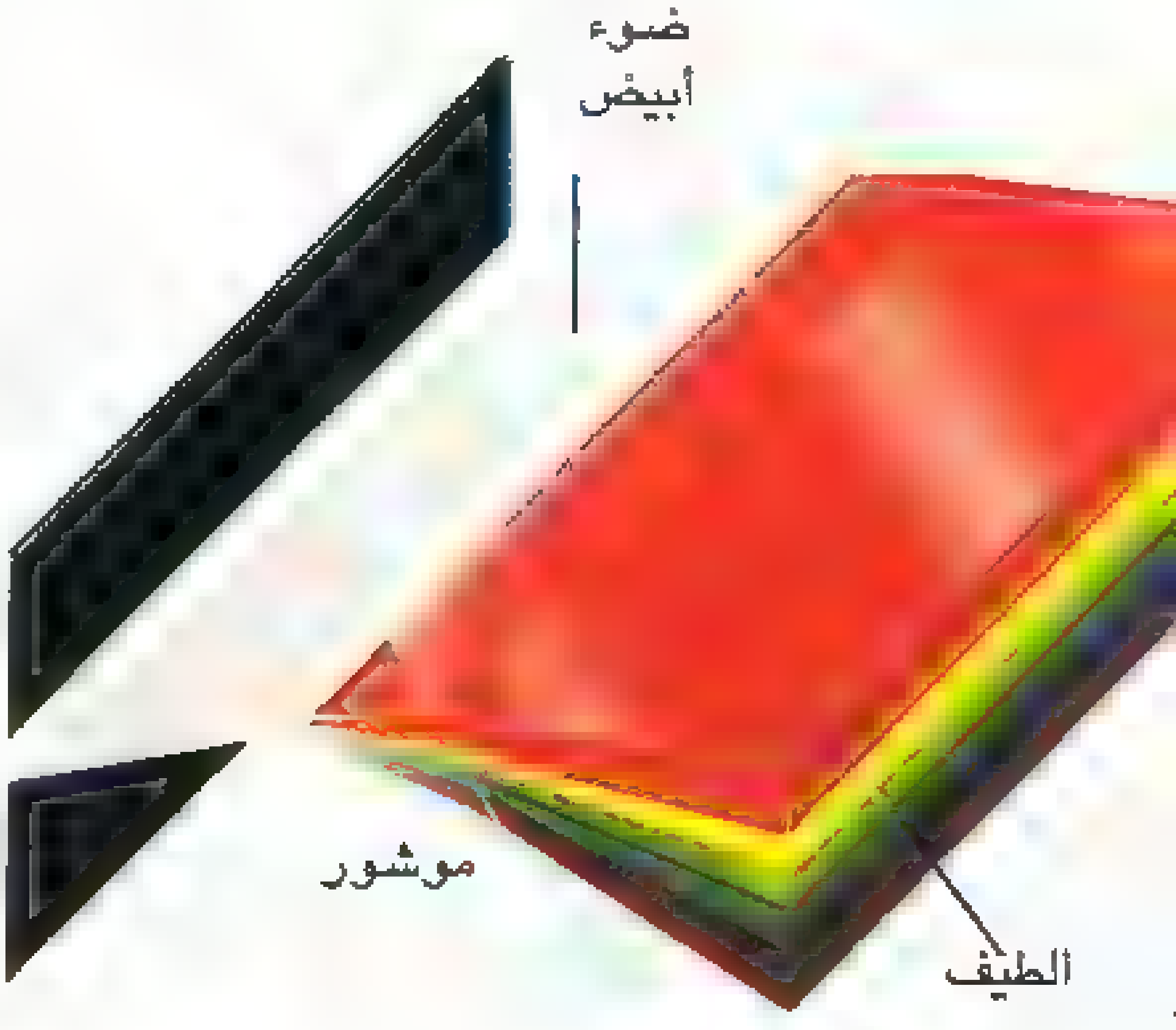


المرايا

للمرايا التي تعكس الضوء، مكانة خاصة في **علم الفلك**. فهي تستخدم مع أنظمة **عدسات** في **المقاريب** اللاسلكية للحصول على صور واضحة للأشياء البعيدة. يصل مدى مقراب هابل الفضائي إلى ١٤ ألف مليون سنة ضوئية.

تستعمل المرايا في المقاريب الضخمة لأن العدسات الكبيرة لا تعطي صوراً جيدة. ومعظم المقاريب الضخمة، مثل الموجود في مرصد جبل بالومار في كاليفورنيا، هي مقاريب عاكسة ذات مرآة كبيرة مقعّرة الشكل، ومصقولة ومطليّة بالفضة لتعكس أقصى ما يمكن من الضوء.

يسار: مقراب هابل في مرصد جبل بالومار. مرآته مقعّرة، قطرها خمسة أمتار وتلتقط ضوء النجوم والمجرات على بعد ألفي مليون سنة ضوئية وتركّزه.



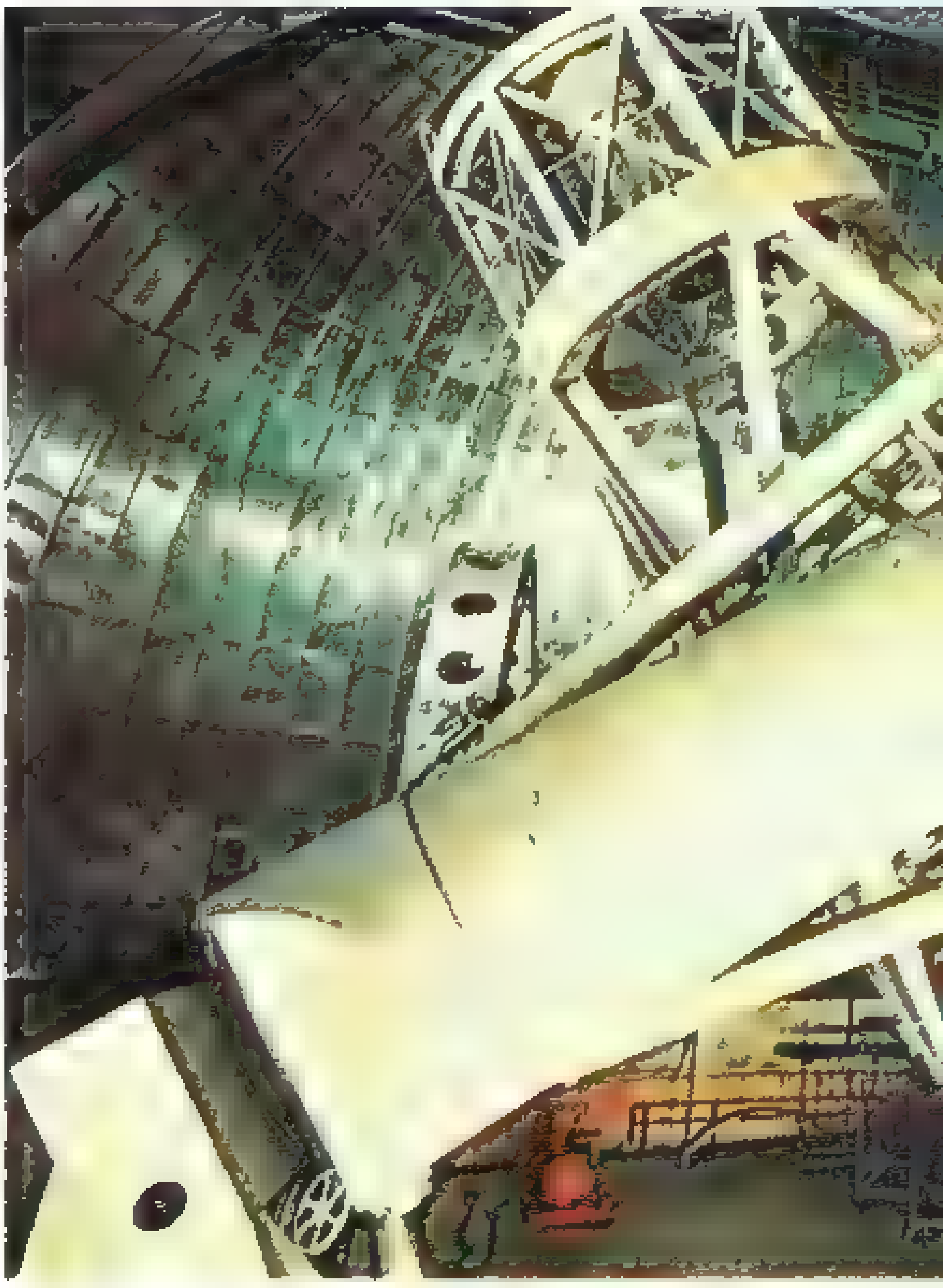
أعلى: الضوء الأبيض هو مزيج من الألوان. يجزىء الموشور شريط الضوء الأبيض إلى ألوانه السبعة الأساسية. يسمى هذا الشريط الطيف. يختلف طول موجات كل لون

الضوء

المصدر الطبيعي للضوء هو **الشمس والنجوم**. ولكن ثمة أشكالاً للضوء لا يمكن أن نراها بسبب عدم حساسية عيوننا لها كالأشعة ما دون الحمراء والأشعة ما فوق البنفسجية.

ينتسب الضوء إلى مجموعة كبيرة من الإشعاعات تعرف بالموجات الكهرومغناطيسية وتشمل **الموجات اللاسلكية** وأشعة إكس، وأشعة غاما. وتسمى هذه المجموعة الطيف الكهرومغناطيسي

يمكن اعتبار الضوء المرئي طاقة تفيض باستمرار في حركة متموّجة، أو أيضاً، تدفق جزيئات فائقة الصغر، أو جُسيمات. أما سرعته فهي ٢٩٩,٧٩٢ كلم في الثانية، ويصل إلينا من الشمس خلال ثماني دقائق ونصف الدقيقة، ومن قنطوروس القريب، أقرب نجم إلينا بعد الشمس، في أربع سنوات وربع السنة. وتعرف المسافة التي يقطعها الضوء في سنة بالسنة الضوئية.



الطيف

عندما يمر الضوء عبر الموشور الزجاجي، يتجزأ إلى ألوانه الأساسية: الأحمر، البرتقالي، الأصفر، الأخضر، الأزرق، النيلي والبنفسجي. وتسمى هذه المجموعة الطيف.

كل لون من هذه المجموعة يتألف من موجات مختلفة الطول، القصيرة منها أكثر انحناءً من الطويلة، وهكذا تنتشر الألوان. كما إن انعكاس ضوء الشمس على ذرات المطر يولد المفعول نفسه على شكل قوس قزح.

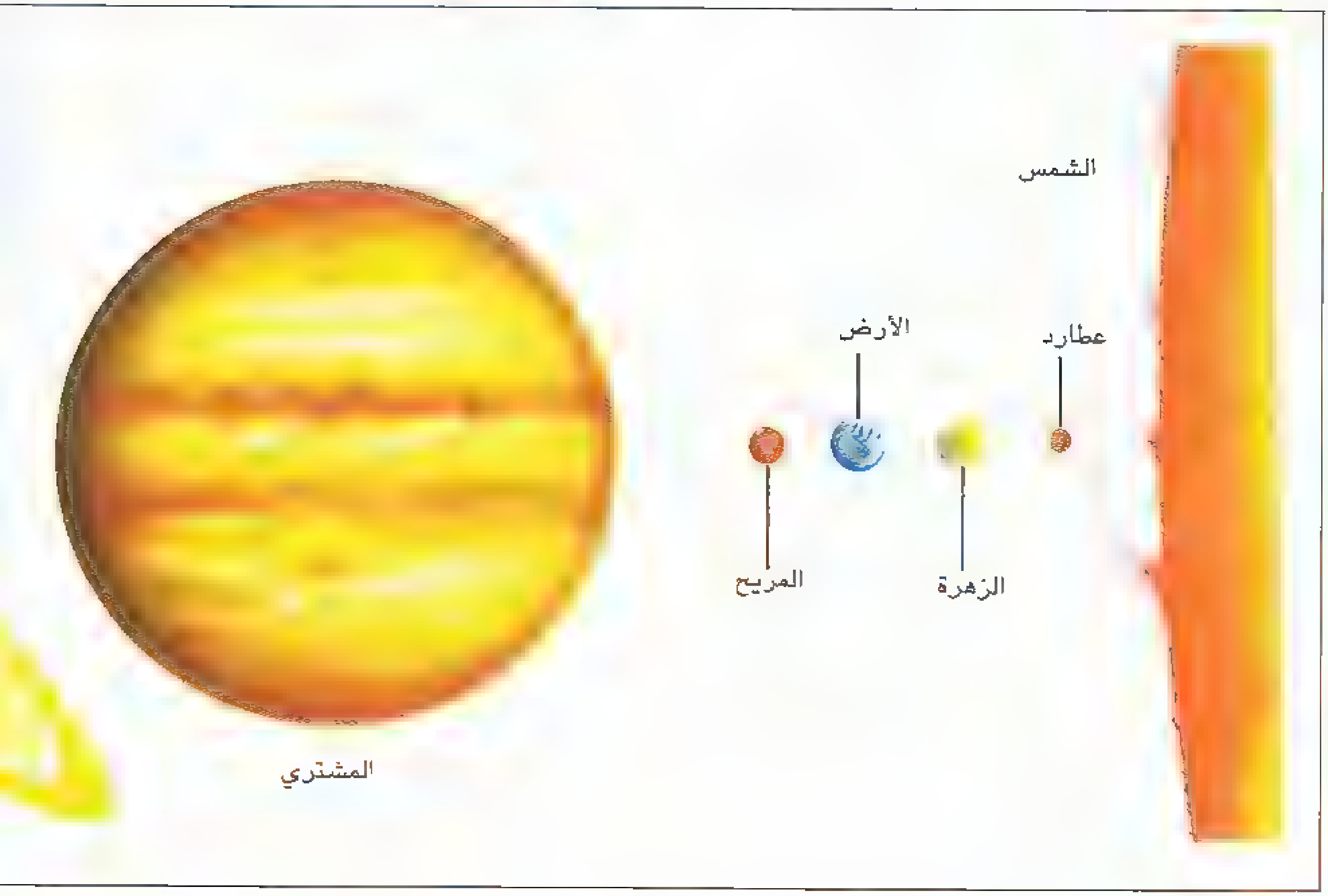
عندما يمر ضوء نجم من **مقراب** عبر مرسمة الطيف تظهر صورة طيف النجم. ويمر حزام الألوان من الأحمر إلى الليلكي عبر عدة خطوط قاتمة، لأن غازات سطح النجم تمتص ألواناً خاصة. فلكل عنصر كيميائي نظام خطوط قاتمة خاص به، لذا يمكن أن يكشف ما يحويه النجم من عناصر.

النظام الشمسي

تشكل الشمس وكل الأجسام التي تحيط بها في الفضاء النظام الشمسي. ونحن نعيش على أحد الكواكب التسعة التي تدور حول الشمس.

بين مداري المريخ والمشتري، كواكب كثيرة صغيرة تسمى كويكبات، كما تدور حول الشمس ملايين النيازك، وتراوح بين ما قطره ٨٠٠ كلم وصخور وجزيئات غبار صغيرة.

ولنأخذ فكرة عن أحجام الكواكب: لنعتبر عطارد في حجم حبة حنطة صغيرة، والزهرة أو الأرض كحبة بزيلا، والمريخ بحجم نواة برتقالة، والمشتري بحجم برتقالة، وزحل بحجم برتقالة أصغر وأورانوس ونبتون بحجم حبتي كرز كبيرتين، وبلوتون بحجم حبة حنطة صغيرة. هكذا تكون الشمس بمثابة كرة عرضها ٦٠٠ ملم وتبعد عن الأرض ٦٥ متراً.



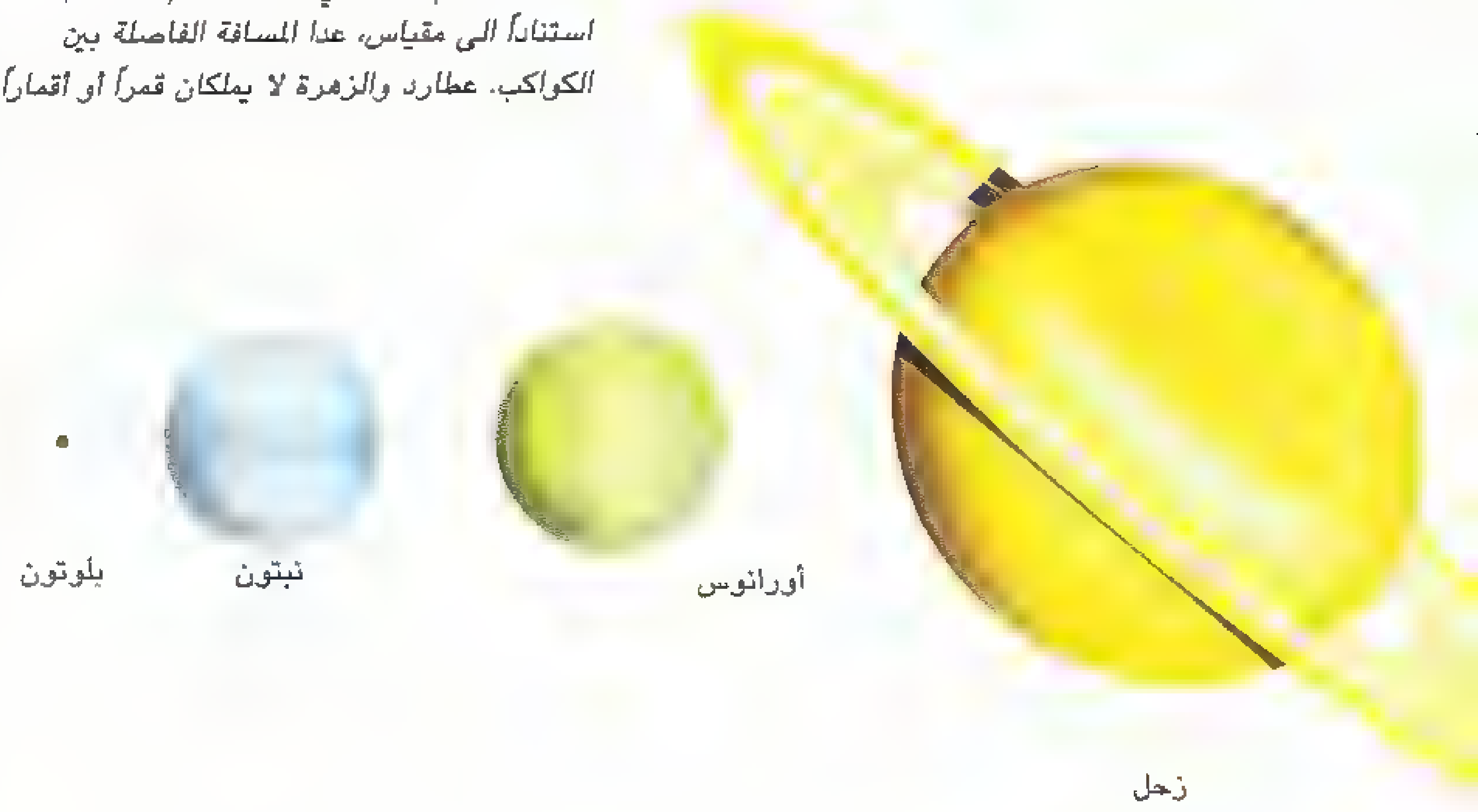
الجاذبية

تتمتع الأجسام كلها في الكون بقوة جذب خفية ـ الجاذبية ـ تبقيها منجذبة بعضها إلى البعض الآخر. أما قوة هذه الجاذبية فمرتبطة بكمية المواد التي تحويها تلك الأجسام ـ أي كتلتها ـ وبالمسافة التي تفصل بينها.

عندما نرمي كرة في الهواء تجذبها جاذبية **الأرض** إليها مجدداً. وهذه الجاذبية تمنعنا من التطاير في الفضاء. كما أن جاذبية **الشمس** تمنع **الكواكب** الدائرة من التطاير في الفضاء. تحتجز جاذبية الأرض القمر وتبقيه في مدارها. السير اسحق نيوتن هو أول من اكتشف الجاذبية وشرحها.

يمين: *تبقي جاذبية الشمس عائلتها من الكواكب في دوران حولها.*

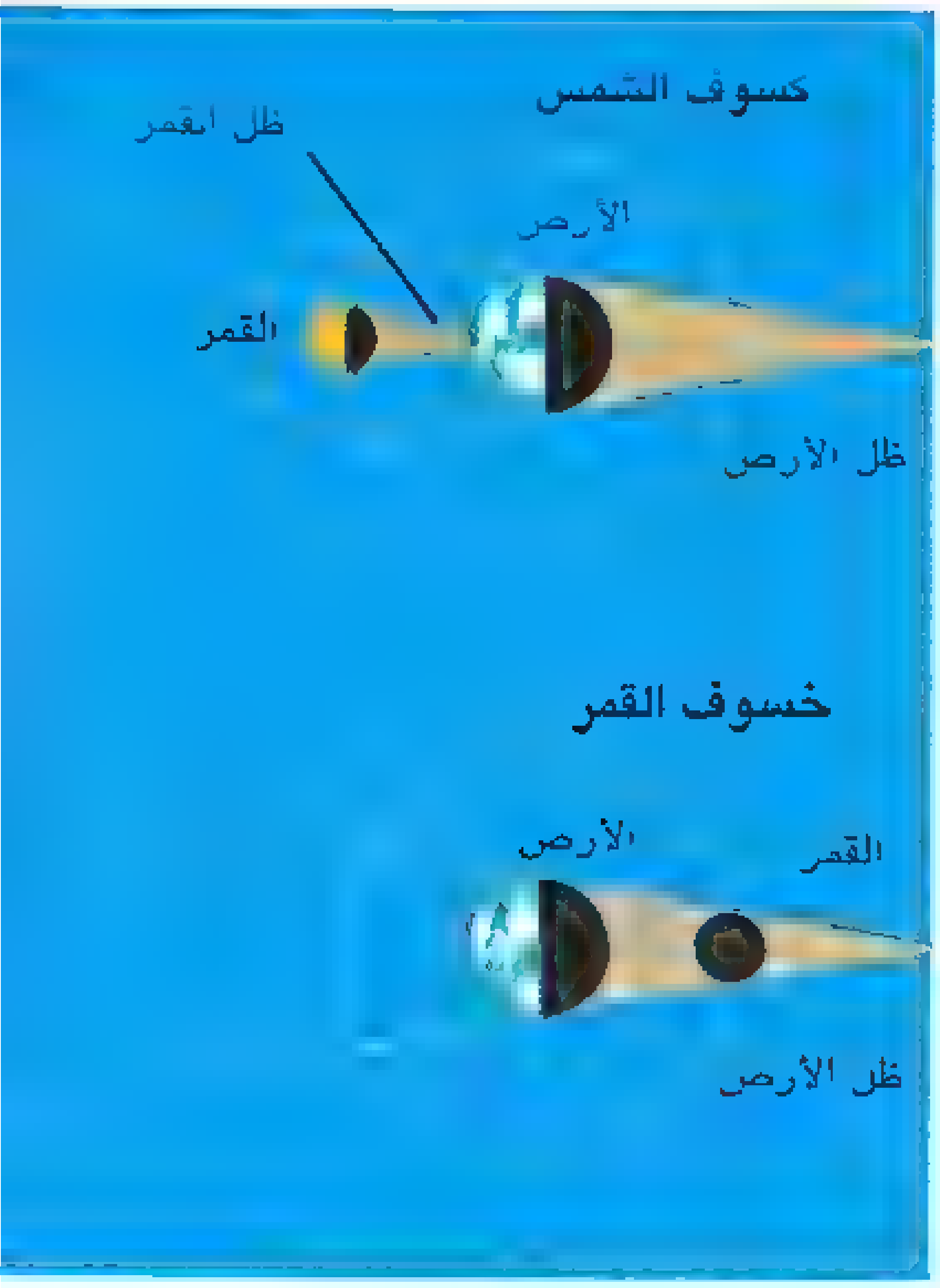
أسفل: *النظام الشمسي. يظهر حجم كل نجم استناداً الى مقياس، عدا المسافة الفاصلة بين الكواكب. عطارد والزهرة لا يملكان قمراً أو اقماراً*



الشمس

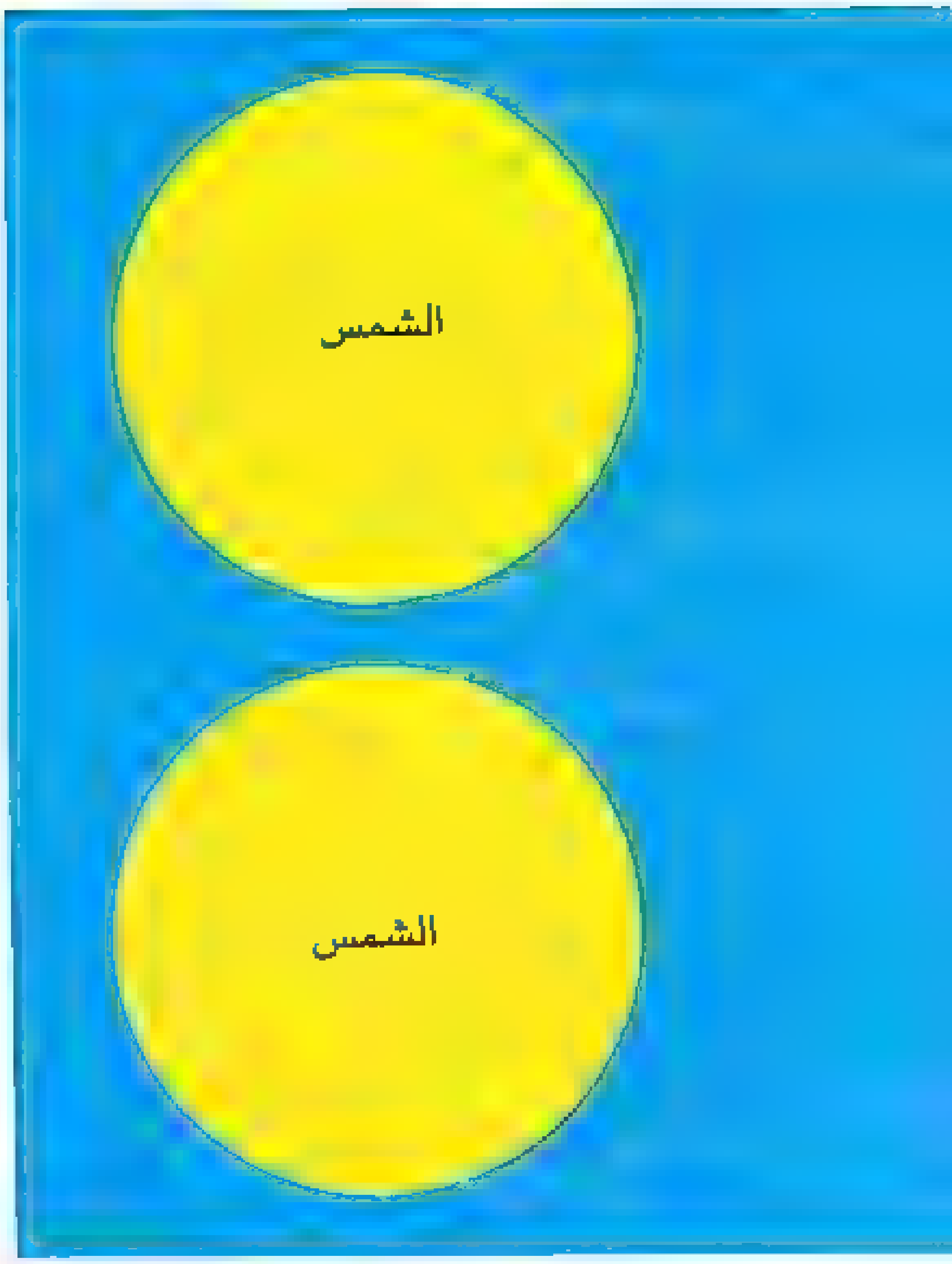
الشمس هي نجم من مئة ألف مليون **نجم** تشكّل **مجرتنا** هي النجم الذي تدور حوله **كواكب** نظامنا الشمسي. وهناك نجوم غيرها أكبر حجماً وأكثر لمعاناً. إلا أنّ قربها منا يجعلها تبدو ضخمة ومشعة. ويستغرق نورها ثماني دقائق ونصف الدقيقة ليصل إلى الأرض.

الشمس هي كرة ضخمة من الغاز المشع، ويفوق حجمها حجم الأرض بمليون ضعف. الهيدروجين هو غازها الأساسي. وعميقاً في داخلها تتّحد ذرات الهيدروجين باستمرار لتشكل بالتالي ذرات الهيليوم. في غضون هذه العملية تنبعث الطاقة على شكل حرارة وضوء، وتسمى هذه العملية التفاعل الحراري - النووي.



أسفل: يضطرب سطح الشمس أحياناً نتيجة انفجارات وكلف شمسية تنفجر جزيئات وشرائط من الغاز المشع في الفضاء

أعلى: تدفقات الغاز الحار من سطح الشمس، تسمى الشواظ الشمسية



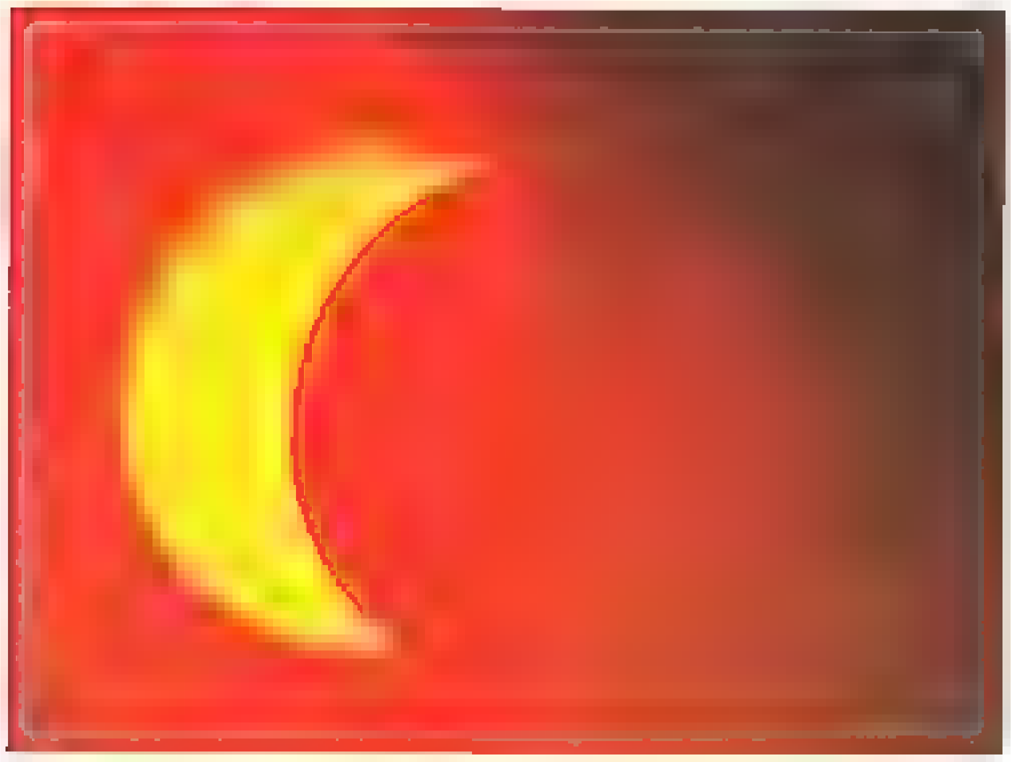
الكسوف والخسوف

عندما يمر **القمر** بين **الشمس** والأرض، يحجب عنا أشعة الشمس فتظلم السماء. هذا ما نسميه الكسوف الشمسي، ويمكن أن يكون كاملاً (مع تسرب ضئيل للضوء)، أو جزئياً. عند الكسوف التام يمكننا رؤية غلاف الشمس الجوي الخارجي المشتعل (الاكليل).

أما خسوف القمر فيتم عندما تمر الأرض بين القمر والشمس، ويكون القمر بالتالي في ظل الأرض. عندها لا تضيء أشعة الشمس القمر فيبدو مظلماً.

يستطيع علماء الفلك توقع تاريخ حصول الكسوف لأنهم توصلوا إلى تحديد حركات الأرض والقمر بالنسبة إلى الشمس في شكل دقيق.

أسفل: *يحدث الكسوف الجزئي عندما يحجب القمر جزءاً من الشمس.*

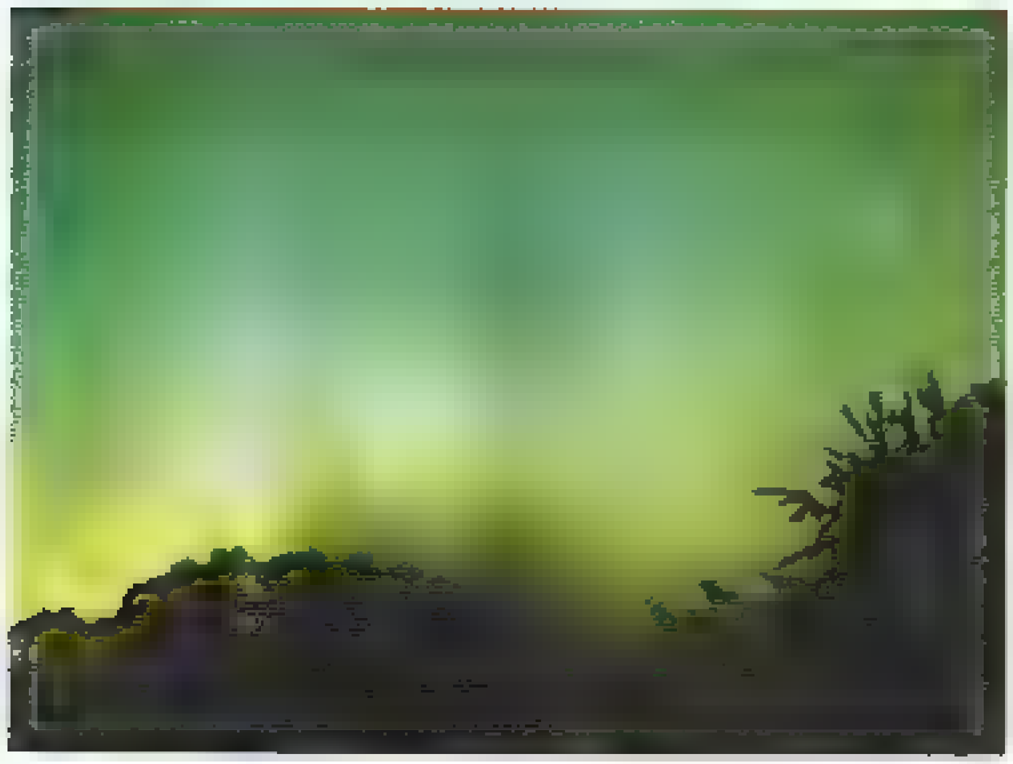


الشفق القطبي الشمالي

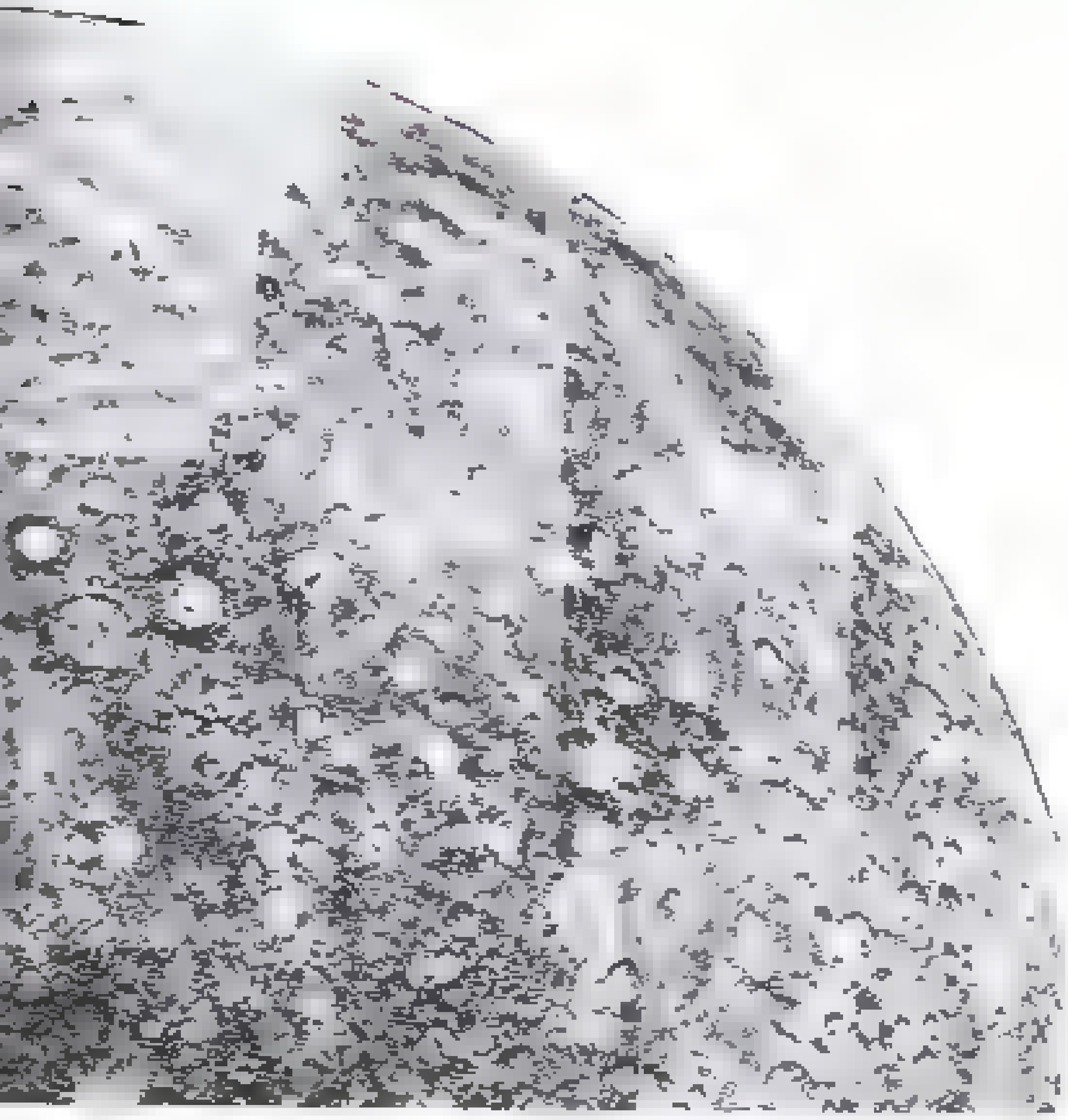
في بعض الأحيان، عندما **تثور انفجارات الشمس**، تنقذف في الفضاء جزيئات مشحونة بالكهرباء يرتطم بعضها بالأرض، ويقع أسير حقلها المغناطيسي، ما يجعل ذرات الغاز في الغلاف الجوي الأعلى للأرض تشع، مؤدية عرضاً رائعاً يسمى الشفق القطبي الشمالي.

يمكن رؤية الأضواء المشعة هذه في سماء القطب الشمالي عندما تتزامن ظروف الرياح على الشمس مع ليالي الشتاء الباردة والصافية على الأرض. وغالباً ما تبدو هذه الأضواء كستائر متمايلة الضوء الأبيض أو الأصفر أو الأخضر أو الزهري.

هذا الأداء يقابله أداء مماثل في القطب الجنوبي ويسمى الشفق القطبي الجنوبي.



يسار: *لا يُرى الشفق القطبي الشمالي إلاّ في أقصى الشمال.*

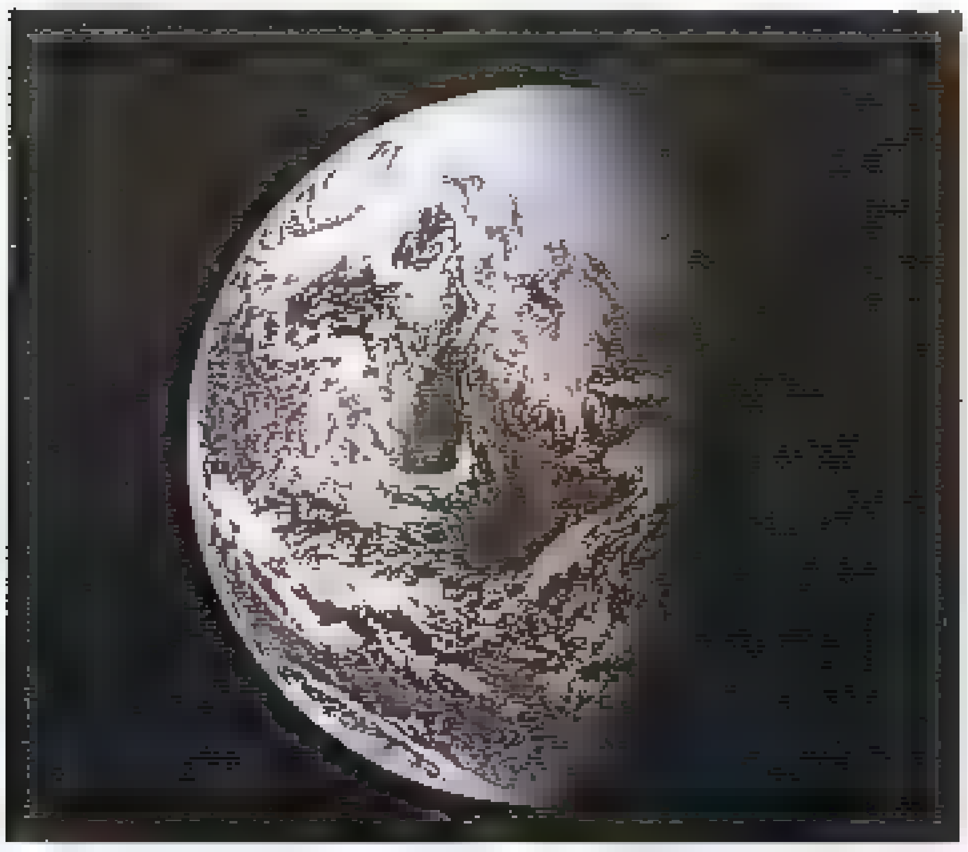


الكواكب الداخلية

عطارد هو أصغر الكواكب الصخرية الداخلية الأربعة، وليس أكبر بكثير من **القمر**. إنه الأقرب إلى **الشمس**، وتكون حرارة الجهة المقابلة لها مرتفعة للغاية، بحيث تصهر الرصاص. وبما أنّ لا غلاف جوياً له ليضبط الحرارة تتجمّد الجهة المعاكسة للشمس على درجة حرارة تبلغ ١٧٠ درجة مئوية تحت الصفر.

يدور عطارد ببطء على محوره (خط وهمي يخترق وسطه)، وتستغرق دورته الواحدة ٥٩ يوماً. لذا هو الأسرع في النظام الشمسي. فهو يدور خلال ٨٨ يوماً دورة كاملة حول الشمس، وبسرعة ١٧٠ ألف كلم في الساعة.

الزهرة هو أقرب الكواكب إلينا، وباستثناء القمر هو الأكثر ضياءً في السماء ليلاً. تحجب سطحه دائماً **سحب** كثيفة تدور حوله دورة كاملة في أربعة أيام فقط. وهو بحد ذاته يدور ببطء

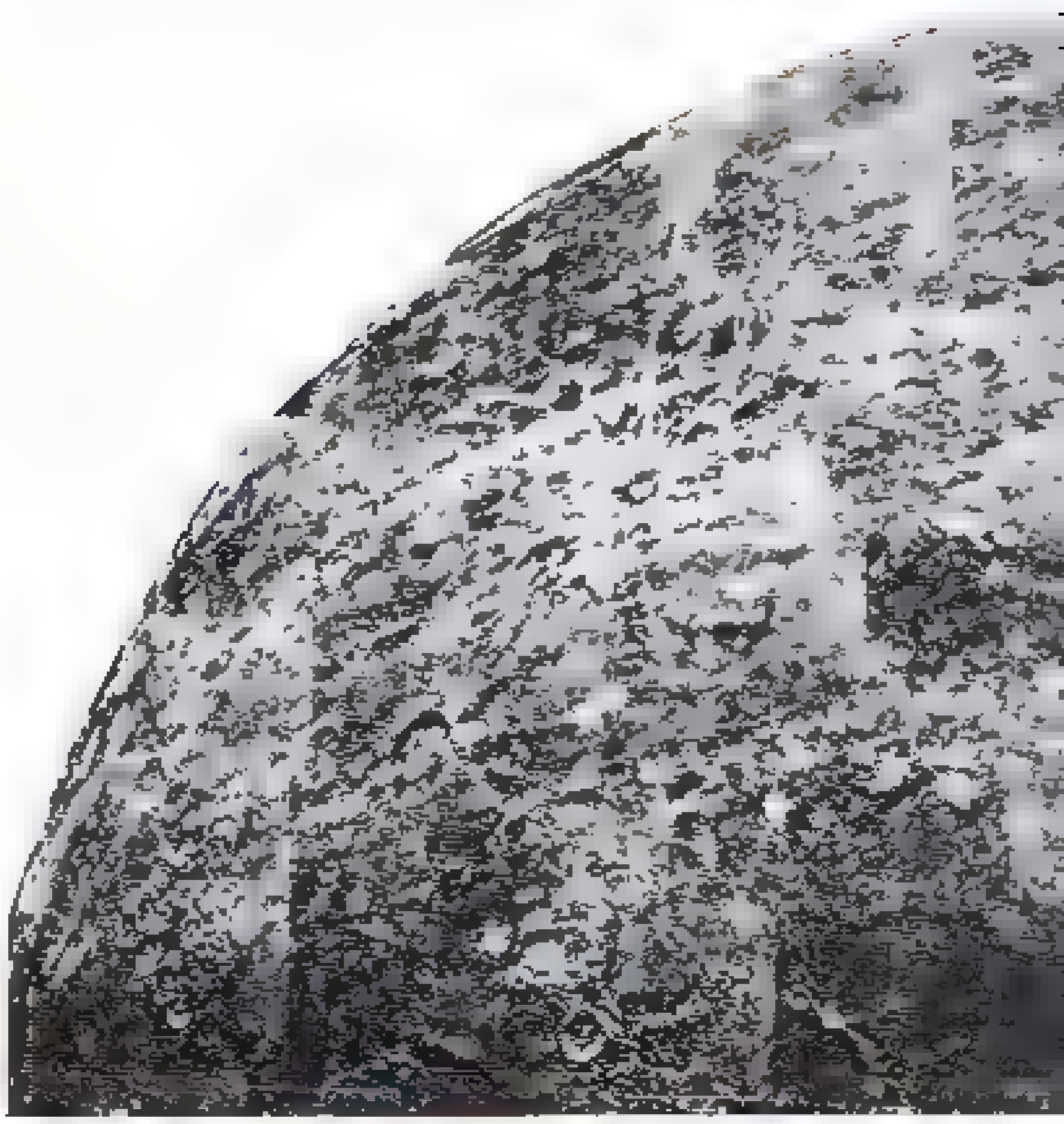


أعلى اليسار: *سطح عطارد شبيه بسطح القمر كما يُرى من مركبة الفضاء «مارينر ١٠».*
يسار: *الأرض. ثلاثة أرباعها مغطاة بالمياه.*
أقصى اليسار: *المريخ. غلافه الجوي الرقيق مكوّن أساساً من النيتروجين.*

كبير، فتستغرق دورته الواحدة ٢٤٣ يوماً، كما أنه يدور في عكس اتجاه معظم الكواكب الأخرى.

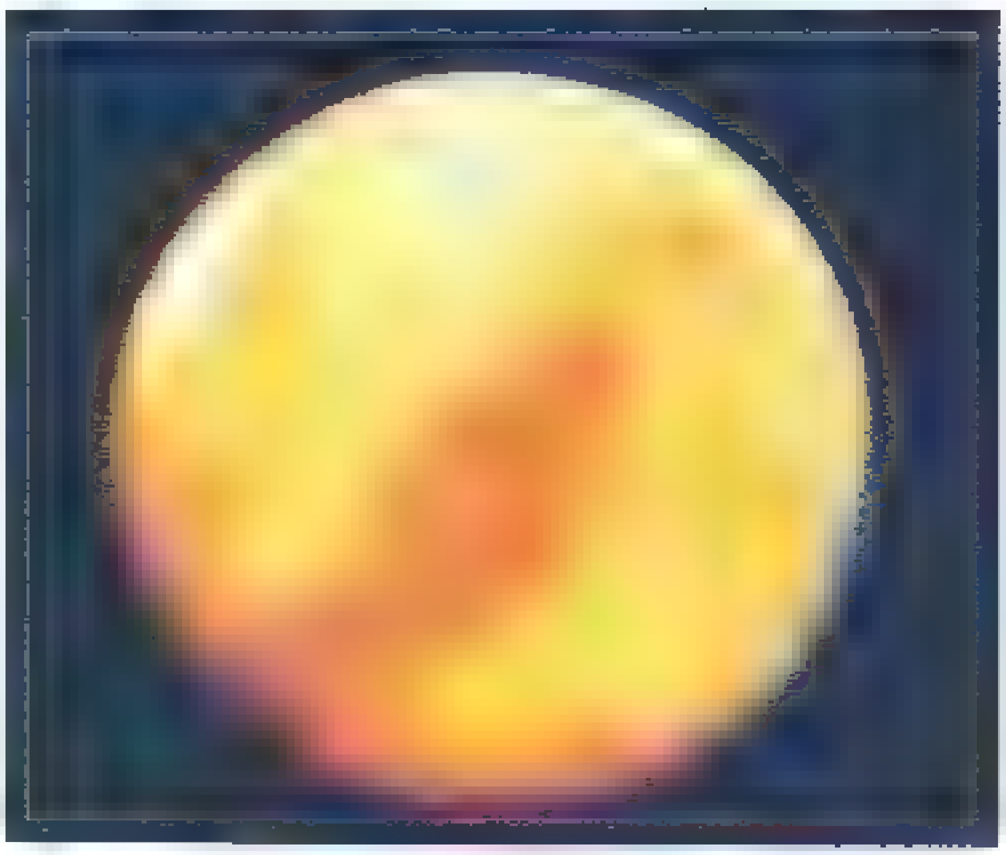
له غلاف جوي كثيف ذات ضغط ساحق يفوق ضغط الأرض بتسعين مرة. ويتكوّن في معظمه من ثاني أوكسيد الكربون الذي يمتص حرارة الشمس، رافعاً حرارة سطح الكوكب إلى ٤٧٥ درجة مئوية، أي أكثر بكثير من حرارة سطح عطارد، أي ما يكفي لجعله يشع احمراراً.

وعلى الرغم من ارتفاع حرارته وضغطه، نجحت مركبة فضائية روسية في الهبوط عليه، بعدما تحطمت مركبات سابقة وتحمّصت في ظروف قاسية. وفي العام ١٩٧٥ أرسلت فينيرا ـ٩ أول صور عن كوكب الزهرة ظهرت فيها صخور كثيرة وغبار قليل على سطحه.



الأرض أشبه بمركبة فضائية ضخمة تنقلنا عبر الفضاء بسرعة معدلها ١٠٧ آلاف كلم في الساعة، أي ثلاثين كلم في الثانية. تنجز الأرض دورتها حول **الشمس** في ٣٦٥ يوماً وربع اليوم. وهي تدور باستمرار كالبلبل، وتبلغ سرعتها عند خط الاستواء ١٦٧٠ كلم في الساعة.

إنها الكوكب الوحيد في النظام الشمسي الذي فيه بحار ومحيطات وسبعون بالمئة من مساحته تغمرها المياه. أما **الثلوج والجليد** فتغطي القطبين الشمالي والجنوبي باستمرار. تحفظ الجاذبية الهواء الذي نتنشقه ـ غلافنا الجوي ـ والمؤلف من غازي النيتروجين (٧٨٪) والأوكسجين (٢١٪). الغلاف الجوي يحمينا من **النيازك** والإشعاعات الخطرة المنبعثة من الفضاء الخارجي.



المريخ هو كوكب بارد وجاف، ويبلغ حجمه نصف حجم الأرض. أحياناً تطفو الغيوم داخل غلافه الجوي الرقيق المؤلف من ثاني أوكسيد الكربون. وتوازي أعلى درجات حرارته أدنى درجات الحرارة على الأرض. ولقد تم تصوير سطح المريخ بكامله بواسطة مسابير فضائية مدارية، وتبيّن أنه يحوي فوهات كثيرة كما في القمر، ووديان عميقة وجبال بركانية كما في الأرض، بالإضافة إلى مجاري أنهر جافة من دون مياه جارية. وكشفت مركبتا «فايكينغ» اللتان هبطتا على المريخ عن صحراء مغطاة بالصخور. وعندما تهب عليها الرياح تحمل الغبار الأحمر فتبدو سماء المريخ زهرية اللون.

وأحياناً تثور عواصف الغبار فوق كامل الكوكب. كما أجرت المركبة الفضائية بحوثاً على عيّنة من ترابه فلم تجد أي أثر لحياة. إلا أنه سيهبط روّاد الفضاء يوماً ما بمركباتهم على المريخ لمتابعة بحوثهم.

يمين: *مركبة الفضاء فايكينغ في صحراء المريخ الحمراء. ذراع الرجل الآلي العمودية تحمل معدات رصد جوي لنقل الأحوال الجوية إلى الأرض*

الكواكب الخارجية

المشتري هو عمـلاق عائلة الشمس، ويحتـوي على مواد أكثر من باقي الكواكب مجتمـعة، وقطره عشرة أضعاف قطر الأرض، ويختلف عن باقي الكواكب الصخـرية الداخلية. فهو سائل وغلافـه الجوي كثيف، وباطنه صغـير صلب. ويتكون من غاز الهيـدروجين والهيليوم كالشمس، ولكنه ليس كـبيراً ما يكـفي ليكون نجمـاً. سرعـة دورانه تفوق سـرعة دوران الكواكب الأخرى. فـهو يدور دورة واحدة كل عشـر ساعات، ما يجعل غيومه تنتـشر في شرائط ملوّنة حول خط استوائه. وتكون المناطق حيث الألوان فاتحة أكـثر ارتفاعاً وبرودة من الأحزمة القاتمة اللون.

يسار: *زحل وحلقاته كما يُرى من مركبة الفضاء فواياجير ٢.*
أسفل يسار: *بقعة المشتري الحمراء الضخمة التي بإمكانها ابتلاع ثلاثة كواكب بحجم الأرض.*

قد تكون البقـعة الحمراء الشـهيرة في المشتري عـاصفة ضخـمة، طولهـا ٥٠ ألف كلم، وعرضهـا ١١ ألف كلم. يملك المشتري أكثر من ١٦ قمراً، ثلاثة منها أكبر من قمر الأرض.

زحل يشبه كثيراً المشتري باستثناء حلقاته الرائعة. إنه كرة عمـلاقة أخرى من سائل الهـيدروجين. سرعـة دورانه تجعله ينتفخ عند خط الإستواء، وتولّد أحزمة من السحب كالمشتري.

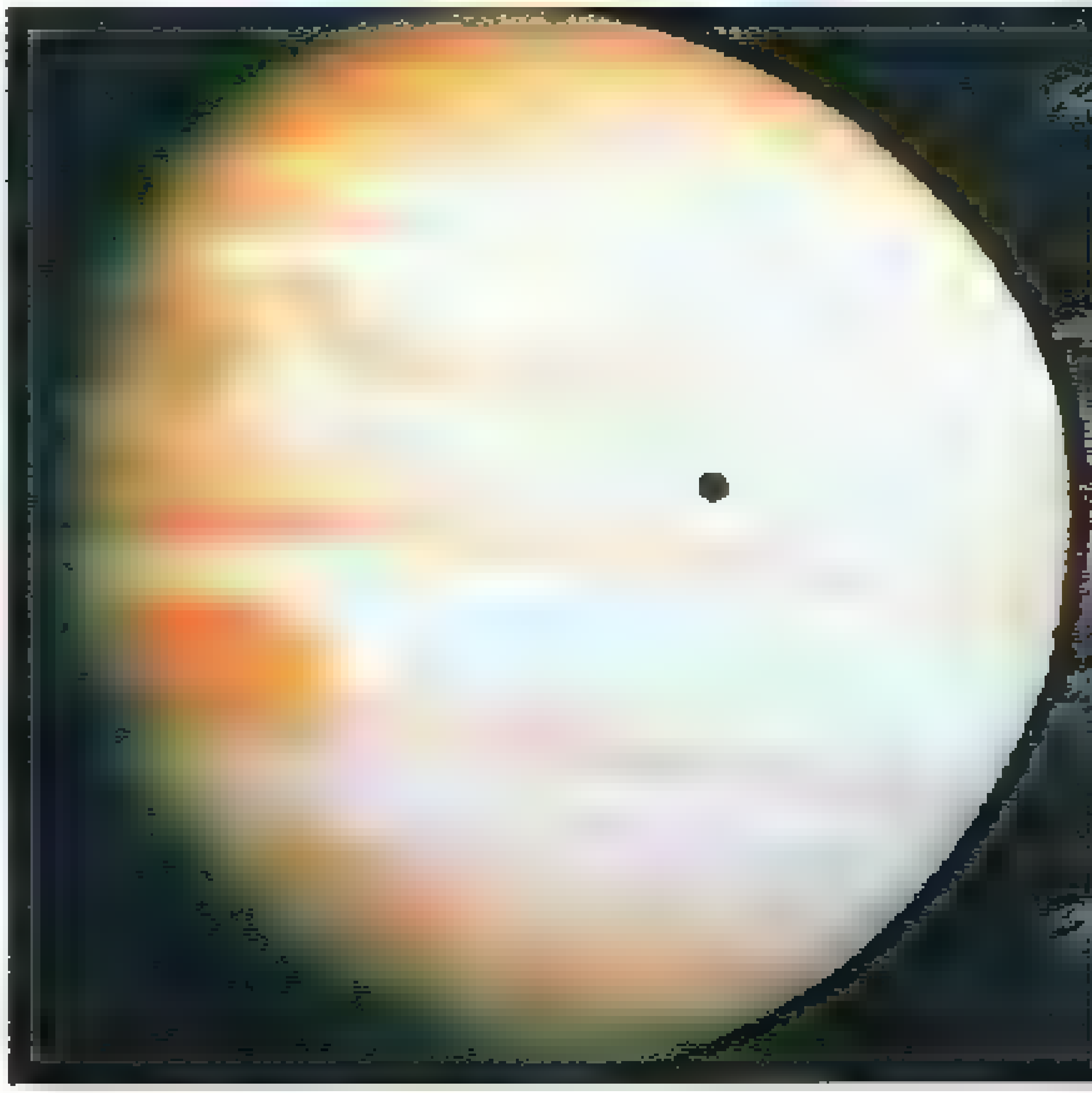
تحيط بخط استـواء زحل حلقات مسطحة رقـيقة، قطرها الخارجي أكبر بمرتين من قطر الكوكب نفسه، إلا أن سماكتها لا تتـعـدى الكيلومـتـرين. ويمكننا من خـلالهـا رؤية بعض النجوم يلمع خافـتاً، لذا لا يمكن أن تكون صلبة، بل ربما هي مكونة من ملايـين الكتل الجليدية الصغـيرة. لزحل عـشرون قمـراً خارج حـلقاته، ومن بينهـا تيتـان أكبـر أقمـار النظام الشمسي، والوحيد الذي يمتلك غلافاً جوياً حقيقياً.

أورانوس هو أقرب هذه الكواكب الثلاثة التي لم يعرفها علماء الفلك القدماء. اكتشفه صدفة عالم الفلك البريطاني السير وليم هرشل في العام ١٧٨١ عندما لاحظ أن هذا النجم الذي يتحرك عكس خلفيته من النجوم، قد يكون كوكباً. ولم يسمح لنا بعده الكبير عنا بمعرفة الكثير عنه حتى باستخدام أضخم المقاريب.

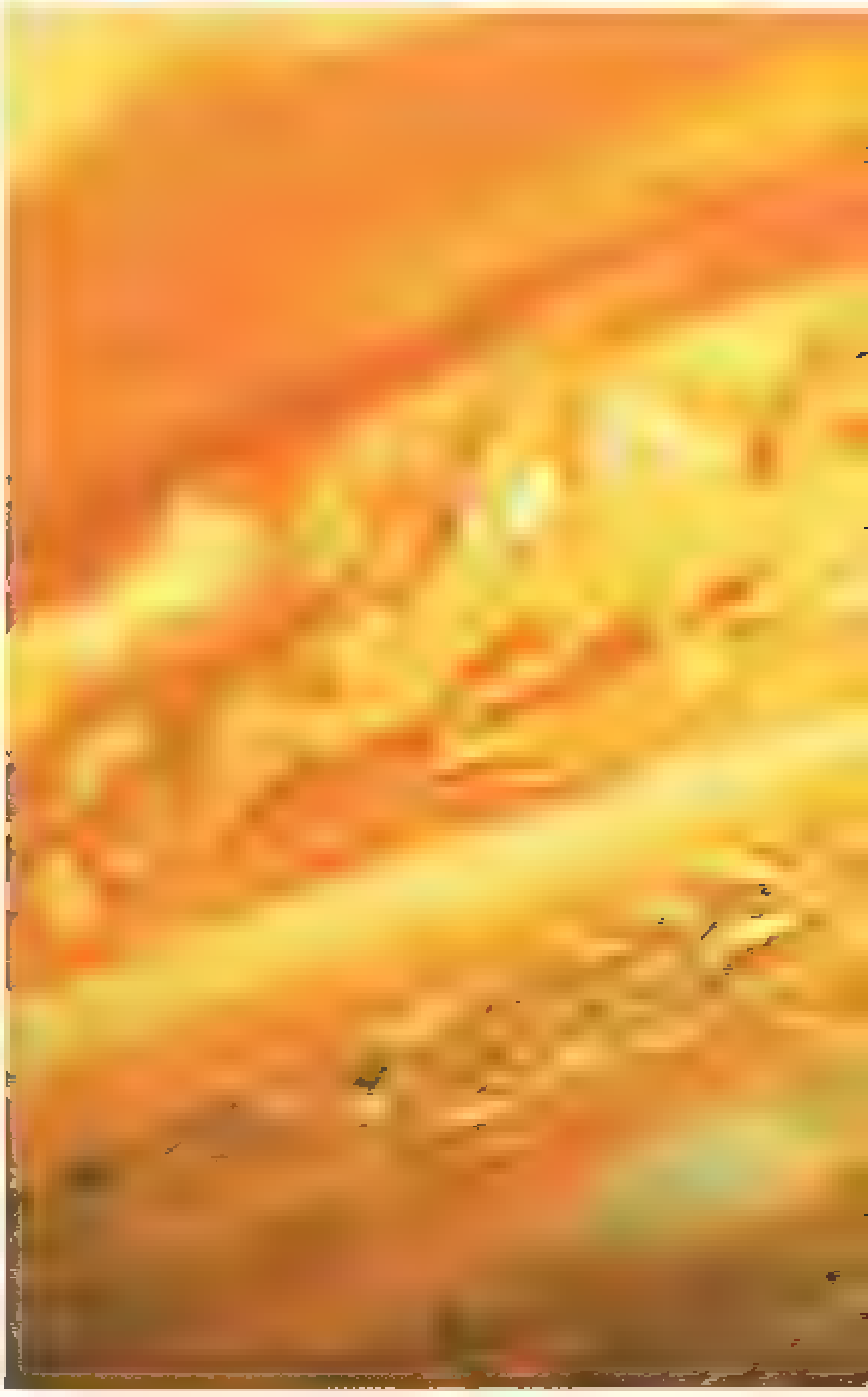
إلا أن مركبة الفضاء فواياجير ٢ اكتشفت أن له غلافاً جوياً مكوناً من الهيدروجين والكربون والنيتروجين والأكسيجين والهيليوم، وأنه يتميّز بحقل مغناطيسي منحرف القطبين بالنسبة إلى القطب الجغرافي، وأنه الوحيد بين الكواكب ذات محور دوران غير شمالي - جنوبي كباقي الكواكب، وإنما منحرف قليلاً. لذا يبدو وكأنه يستريح على جانبه. في العام ١٩٧٧ اكتشف العلماء وجود نظام حلقات باهتة حول أورانوس، حين لاحظوا أن نجماً كان يختفي عدة مرات عند طرفي الكوكب في أثناء مروره خلفه. وفي كانون الثاني ١٩٨٦ تغلغلت المركبة فواياجير ٢ مسافة ٥٠٦٨٠ ميلاً داخل غيوم أورانوس العليا، وعادت بصور مذهلة، ومعطيات عن حلقاته وأقماره. كما مرّت المركبة بالقرب من كوكب نبتون في العام ١٩٨٩.

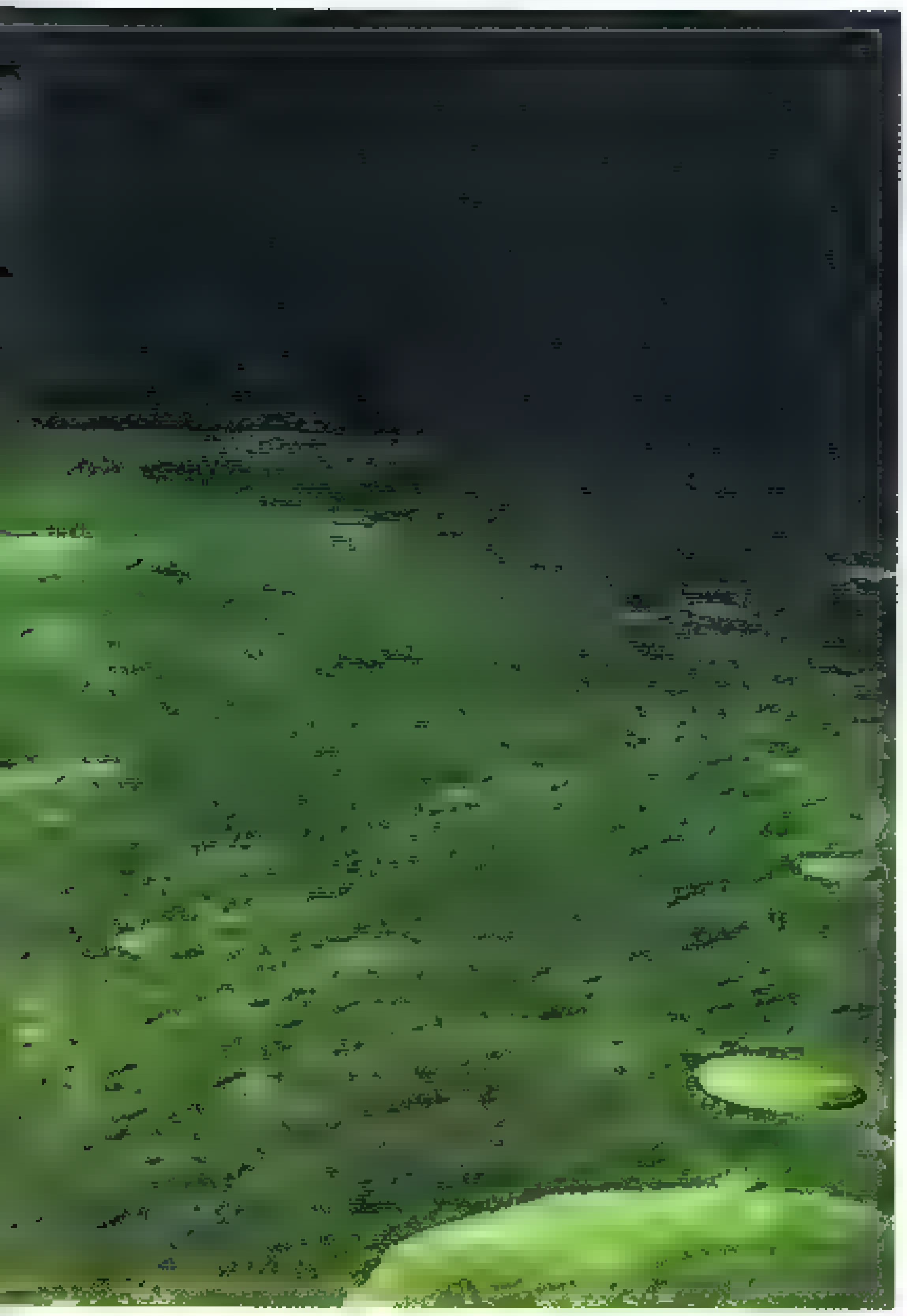
يبدو **نبتون** وكأنه توأم الكوكب أورانوس. فحجمهما هو نفسه تقريباً. وهما مكونان من الغازات نفسها، إلا أنه يبعد عن الشمس أكثر من أورانوس بمرتين، ويميل لونه إلى الزرقة. اكتُشِفَ في العام ١٨٤٦ عندما لاحظ علماء الفلك أن أورانوس لا يتبع مداره المتوقع حول الشمس، لذا فكروا بوجود كوكب آخر يغيّر مساره، فأجروا حسابات اكتشفوا بنتيجتها الكوكب نبتون.

بلوتون هو الكوكب التائه وحيداً عند طرف نظامنا الشمسي. هو أصغر من عطارد، ومن المرجح أنه كرة متجمدة من جليد وصخر، ينجز دورته حول الشمس في ٢٤٨ سنة، يقترب خلالها منها أكثر من نبتون أحياناً. وربما كان سابقاً قمراً لنبتون رغم أن لديه قمراً.



أعلى: *الكوكب العملاق المشتري يكشف موقع البقعة الحمراء.*





القمر

ينجز القمر دورة حـول الأرض، وأخرى حول محوره كل ٢٧ يومـاً و٨ ساعات، ومـعنى هذا أنـه يدير وجهـاً واحـداً للأرض دائماً. مـعدل المسافة بين القمـر والأرض هو حوالى ٣٨٤٠٠٠ كلم. وقطره يوازي ربع قطر الأرض، **وجاذبيـته** توازي سدس جاذبيتهـا. سطحه الخالي من الهواء حار تحت أشعـة الشمس، وبارد فـي الظل. وعليـه آلاف الفوهات التي تراوح أحجامها بين الصغيـرة والبالغ قطر الواحدة منها مئة كلم. عليه جبال وسهول واسـعة جافة تسمى «بحاراً». وكان الاتحاد السوفياتي السابق أول من أنزل مـركبة فضائية على القمـر في العام ١٩٥٩، اتبـعهـا في كانون الثانـي من العام ١٩٦٦ بمعـدات للـعمل. وفي أيار من العـام نـفـسـه أنزل الأميركـيون معدات أيضـاً. وكـان رائدا الفضاء الأميـركيان

أسفل: *رواد أبولو ١٧ يعاينـون جلموداً ضخـماً في توروس - ليترو. التقطت الصورة من المدار.*

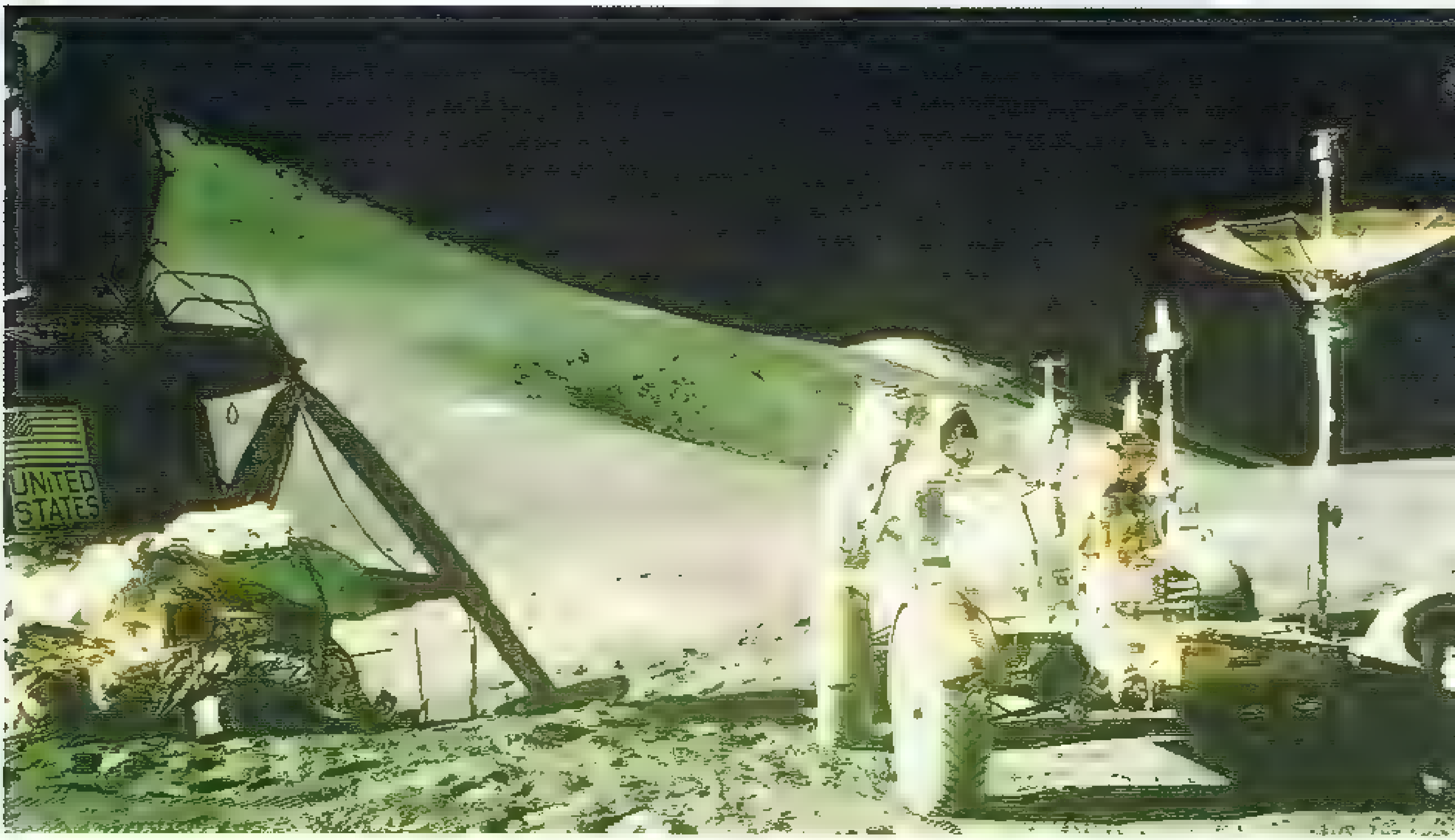
نيل أرمستـرونغ وأدوين ألدريـن أول من نزلا على أرض القمر في بحر الهدوء في ٢٠ تموز من العام ١٩٦٩.

لم تُشِر العينات التي أحضرت من القمر، إلى وجود حياة عليه كما كان متوقعاً، وتبين أن صخوره النارية شبيهة بصخور الأرض البركانية.

على سطح القمر أيضاً قطع صخرية جُبلت بالتراب وتماسكت بفعل الضغط والحرارة. أما ترابه فناعم في بعض الأماكن إلى درجة أن أحذية الرواد تركت آثاراً ثابتة عليه. كما يحتوي بعض ترابه الرمادي القاتم على كريات زجاجية صغيرة تشكلت نتيجة تحطم أجسام صخرية حارة اصطدمت بسطح القمر بسرعة هائلة.

يمين: *العربة القمرية التابعة لأبولو ١٧ تهبط في محيط العواصف.*

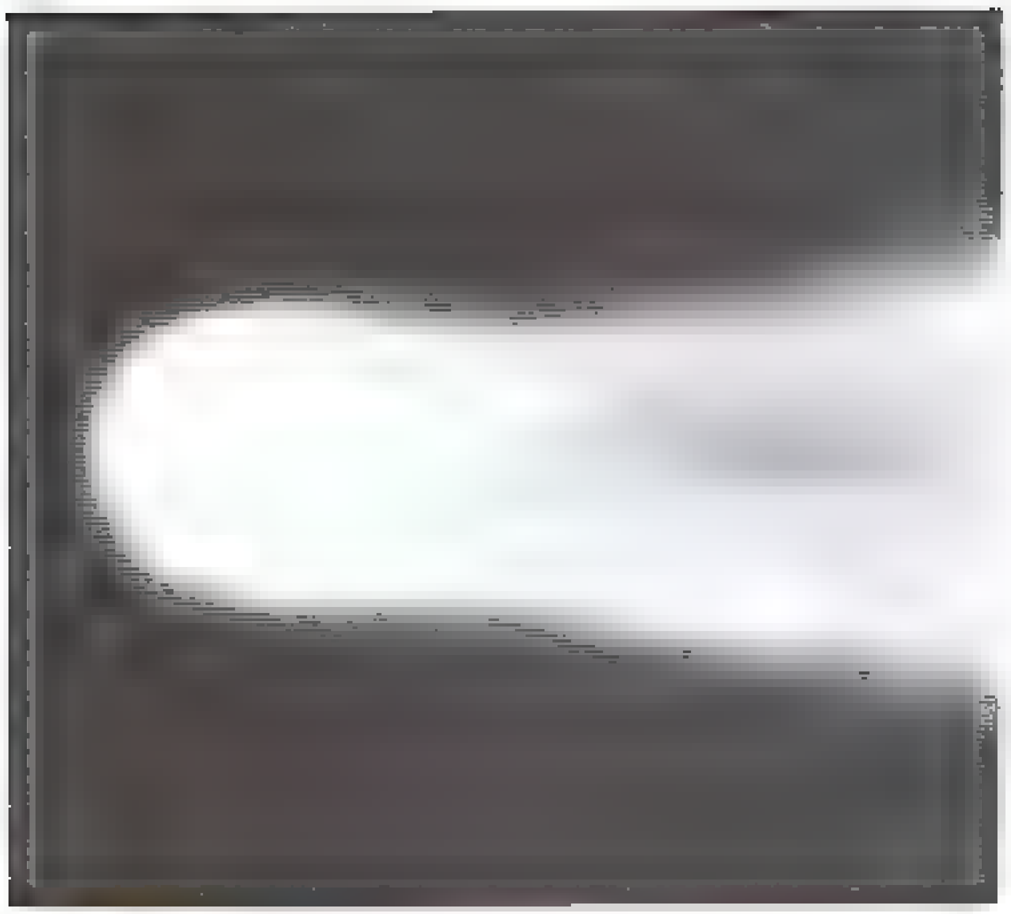
أسفل: *رواد أبولو ١٧ يجهزون عربة القمر العاملة بالطاقة الكهربائية لجمع العيّنات.*

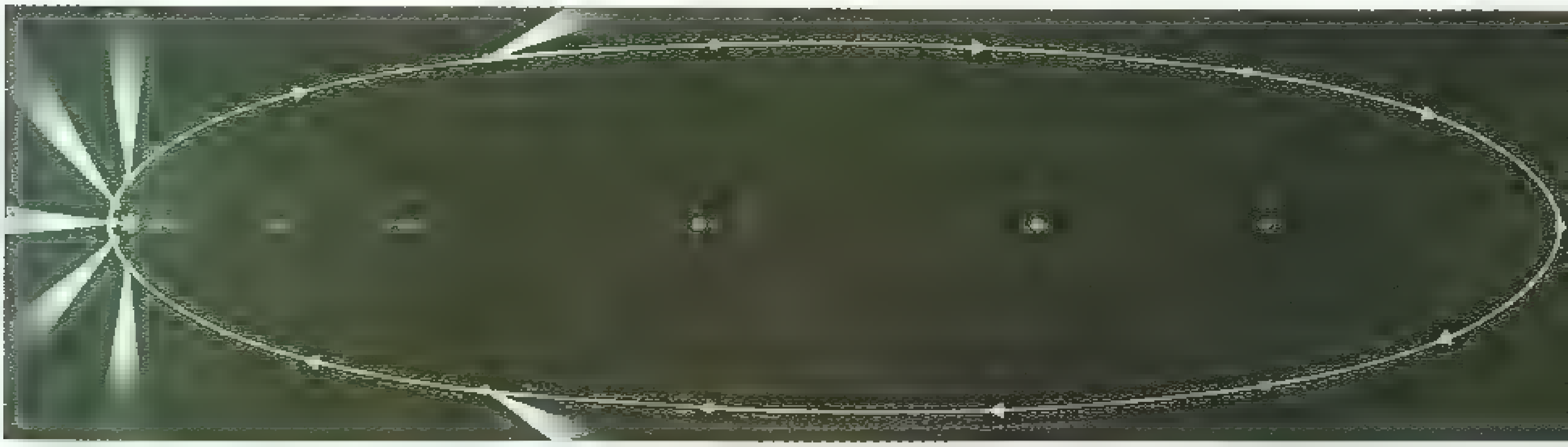


المذنبات

قد يحالفك الحظ ذات يوم فترى مذنباً يدور حول الشمس. أشهر المذنبات هو مذنب هالي الذي ينجز دورة واحدة حول الشمسي خلال ٧٦ سنة. ولقد ظهر في العام ١٩١٠، ومن ثم في العام ١٩٨٥.

تتكون المذنبات من غازات مجمّدة وغبار. وتتحرك ضمن مدارات طويلة ورفيعة، وتأتي من أطراف النظام الشمسي لتدور حول الشمس عن قرب. وعندها فقط تراها وهي تعكس أشعة الشمس وتضيء نتيجة تفاعلها مع الاشعاعات الشمسية. وعندما تقترب من الشمس، يتكوّن لها ذنب ضخم لامع يبدأ من رأسها.

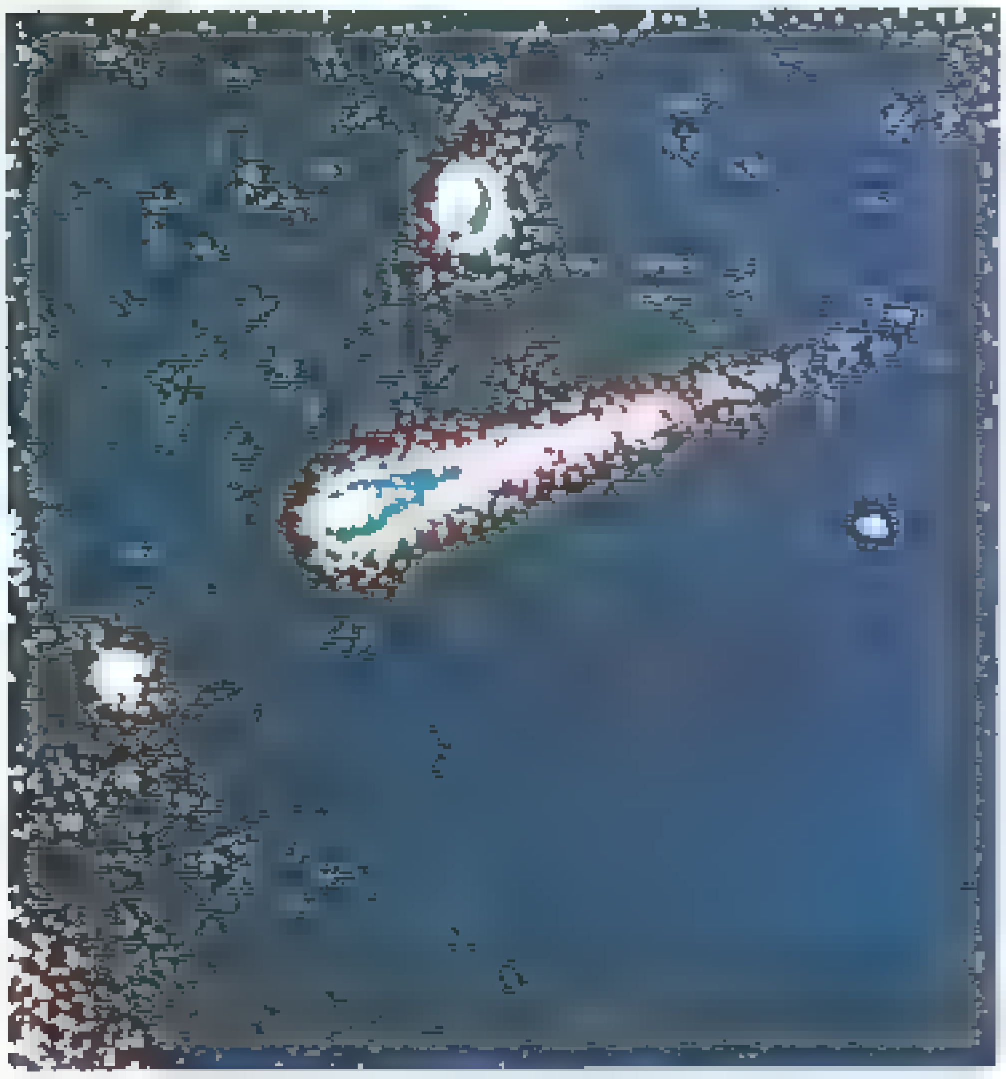




أعلى: *رأس مذنب هالي.*
أسفل: *مسار مذنب هالي في النظام الشمسي ذنبه يتجه بعيداً عن الشمس*

يبلغ طول الذنب ملايين الكيلومترات، ولكنه لا يحتوي على مواد كثيرة. فهو شفاف لأن معظم المادة في المذنب موجودة في النواة، التي قد يبلغ قطرها كيلومتراً.

يضع بعض المذنبات آلاف وحتى ملايين السنين ليصنع مداراً حول الشمس. وبعضها يخرج من النظام الشمسي ولا يعود إليه أبداً. أما مذنب أنك، فيعود إلى الشمس تكراراً كل ٣,٣ سنوات.



يسار: *مذنب كوهوتك. كان أول مذنب يدرسه في الفضاء روّاد سكايلاب.*

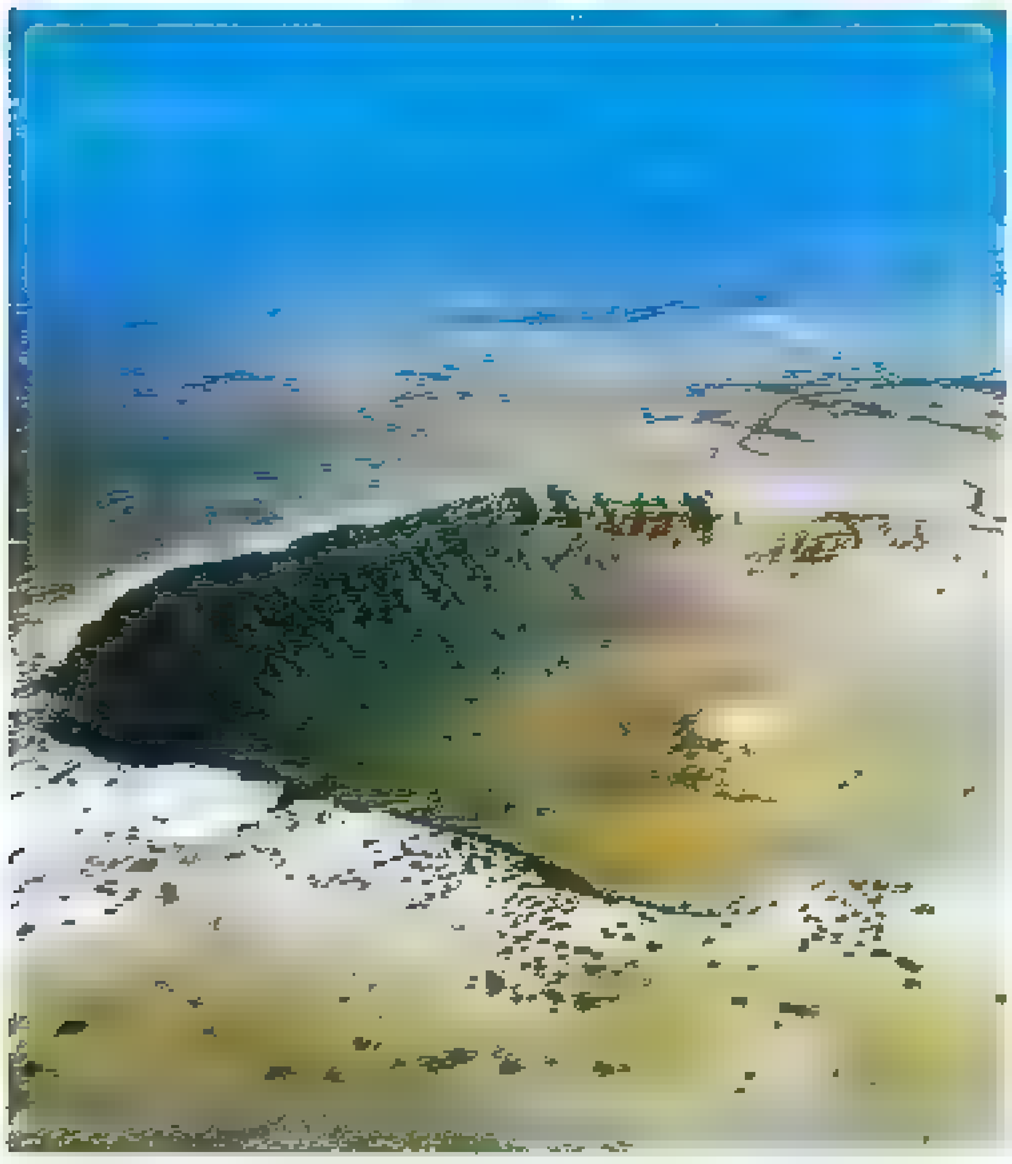
النيازك

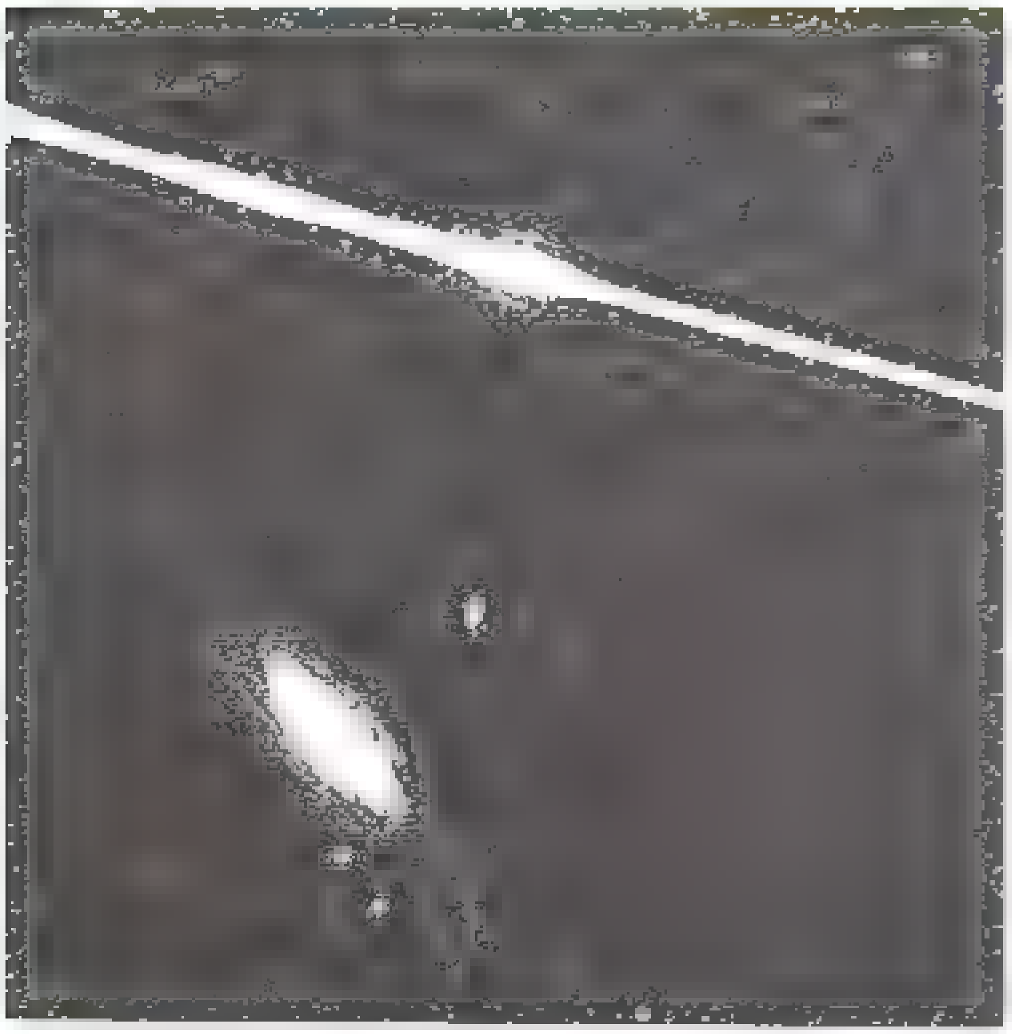
يصطدم كوكبنا خلال رحلته حول الشمس بملايين الشظايا الصخرية والغبار، ومعظمها أصغر من حبة الرمل، ولكنها تتحرك بسرعة هائلة تبلغ ١٧ كلم في الثانية.

عندما تصطدم إحدى هذه الجزيئات بغلاف الأرض الجوي يجعلها احتكاكها بالهواء بيضاء حارة، تحترق بعدها كشهب ضوء، فنسميها نيزكاً أو شهاباً. وفي بعض الأحيان، تقدم بقايا المذنبات عرضاً رائعاً عندما تتلاقى مع مدار الأرض.

إن الحجارة النيزكية هي النيازك التي تسمح لها ضخامة حجمها باختراق الغلاف الجوي لتصل إلى الأرض، وهي مكونة من حجارة أو من حديد أو من الاثنين معاً.

تراوح أحجام هذه الحجارة بين حجم الحصى الصغيرة والصخور الضخمة التي تزن أطناناً كثيرة. ولقد وقع في العصور الغابرة بالقرب من فلاغستاف في أريزونا في الولايات المتحدة نيزك بلغ وزنه مليون طن، وخلّف فوهة عرضها ١٢٩٠ متراً.



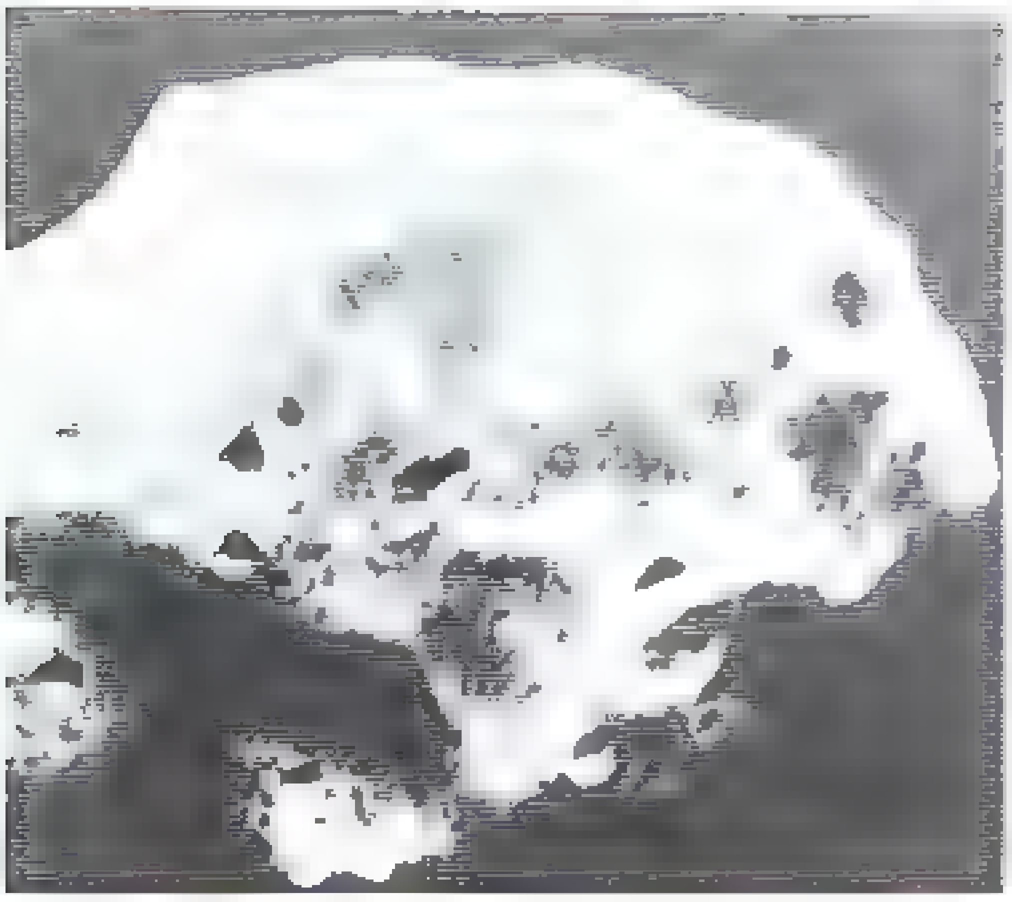


أعلى اليسار: *هذه الفوهة أحدثها نيزك ضخم ارتطم بالأرض.*

يسار: *نيزك عبر في السماء في أثناء التقاط هذه الصورة.*

الكويكبات

تشتمل عائلة الشمس أيضاً على آلاف الكواكب الصغيرة المسمّاة كويكبات، والعديد منها يطوّق الشمس بحزام بين عطارد والمشتري. الكويكبات هي قطع صخرية مصقولة، قطر أضخمها ١٠٠٠ كلم، ولكن معظمها أصغر بكثير من ذلك. بعض منها يخرج من الحزام ليتبع مساراً يقرّبه من الشمس، وأحياناً من الأرض.



يسار: *فوبوس، أحد أصغر أقمار المريخ. وربما كان كويكباً في السابق.*

أعلى: *روزنامة استخدمها الأزتك في المكسيك، وكان توقيتهم دقيقاً*

المكان والزمان

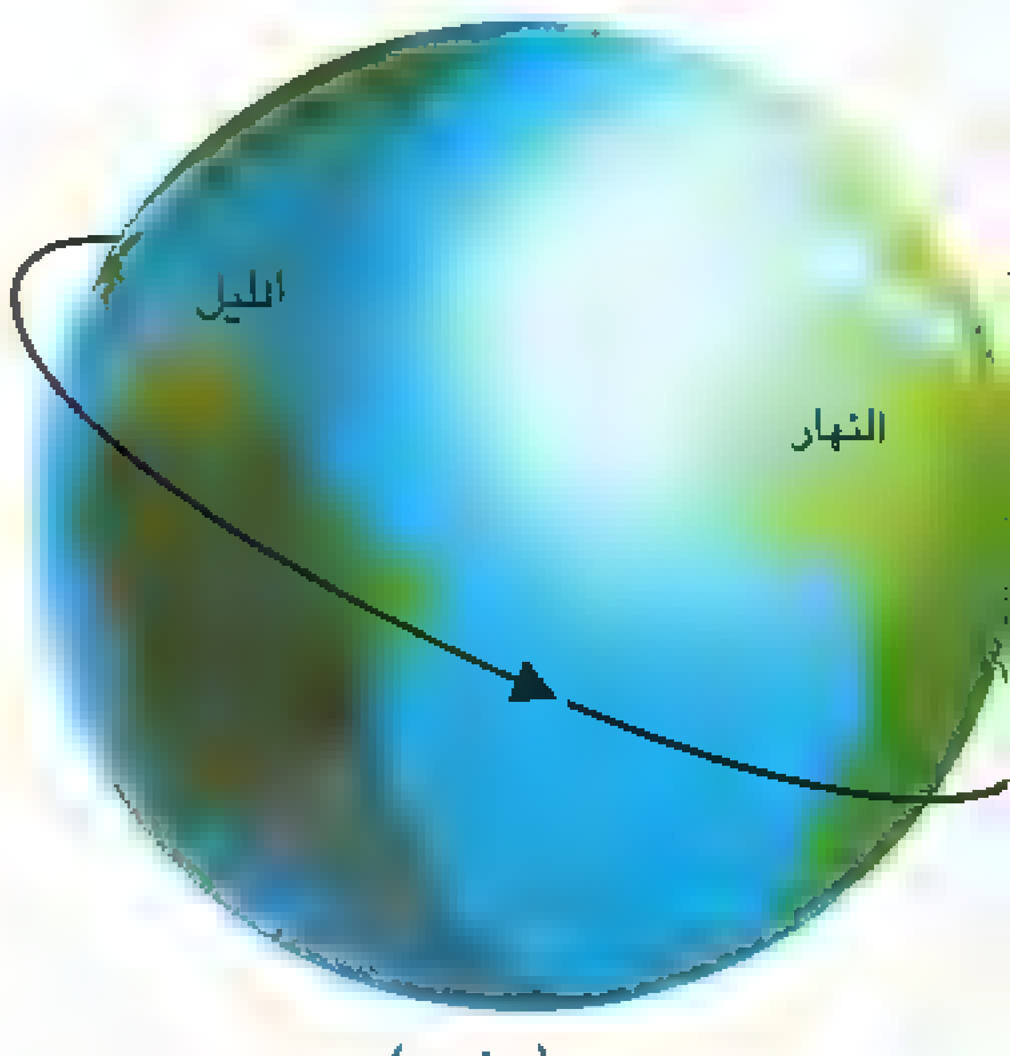
اعتمد الناس منذ القدم على حركة الأجسام السماوية لقياس الوقت. مثلاً سنتنا هي الوقت الذي تستغرقه الأرض لتدور حول **الشمس** مرة. أما اليوم فهو الوقت الذي تستغرقه الأرض لتدور دورة على محورها، وهو ٢٤ ساعة .

الشهر هو الوقت الذي يستغرقه **القمر** للدوران حول الأرض مرة واحدة، أي زهاء ٢٧ يوماً ونصف اليوم. ولا تتعادل الأشهر القمرية في عدد أيامها، كما لا تتعادل السنوات في أشهرها القمرية. لذا تقسم سنتنا إلى ١٢ شهراً، يختلف عدد أيامها.

خلال ٣٦٥ يوماً وربع اليوم، تنجز الأرض دورة حول الشمس، وبما أن السنة هي ٣٦٥ يوماً فقط، وجب علينا زيادة يوم واحد عليها كل أربع سنوات، وهو التاسع والعشرون

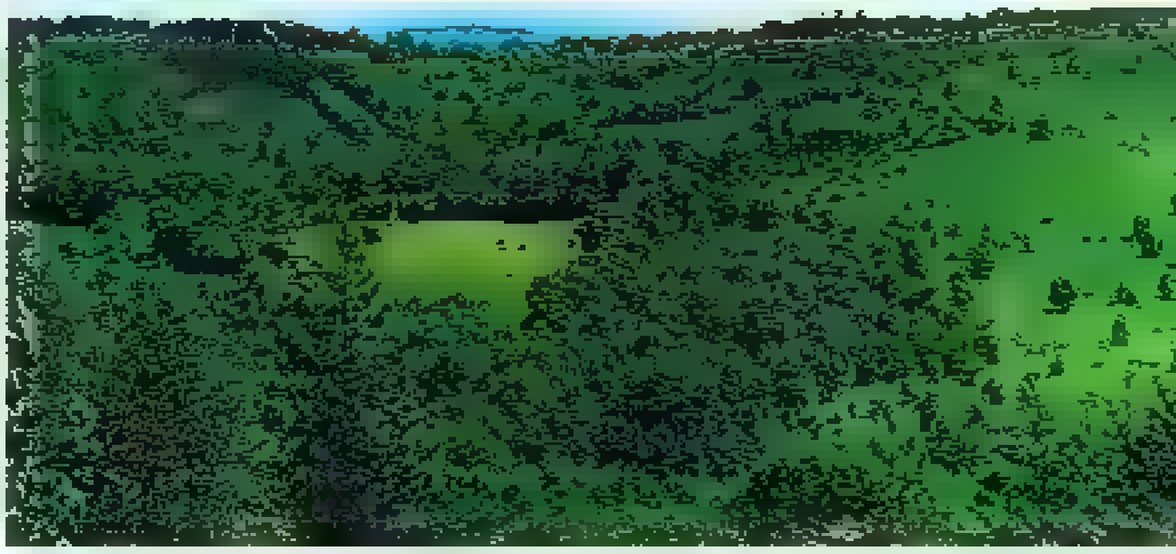
من شباط. ويطلق على سنة الـ ٣٦٦ يوماً اسم «السنة الكبيسة».

تتحرّك الأرض في الفضاء كبلبل دوار ضخم مائل ٢٣,٥ درجة. عندما يكون القطب الشمالي مواجهاً للشمس يكون فصل الصيف في النصف الشمالي للكرة الأرضية والشتاء في نصفها الجنوبي. وبعد ستة أشهر تكون الأرض في الجهة الأخرى من الشمس، فيبتعد القطب الشمالي عنها، ويكون الشتاء في النصف الشمالي، والصيف في النصف الجنوبي.



أعلى: *حيث تضيء الشمس الأرض يكون نهاراً، وعندما تُظلم نكون في ظل الأرض يتتالى النهار والليل مع دوران الأرض.*

الصيف



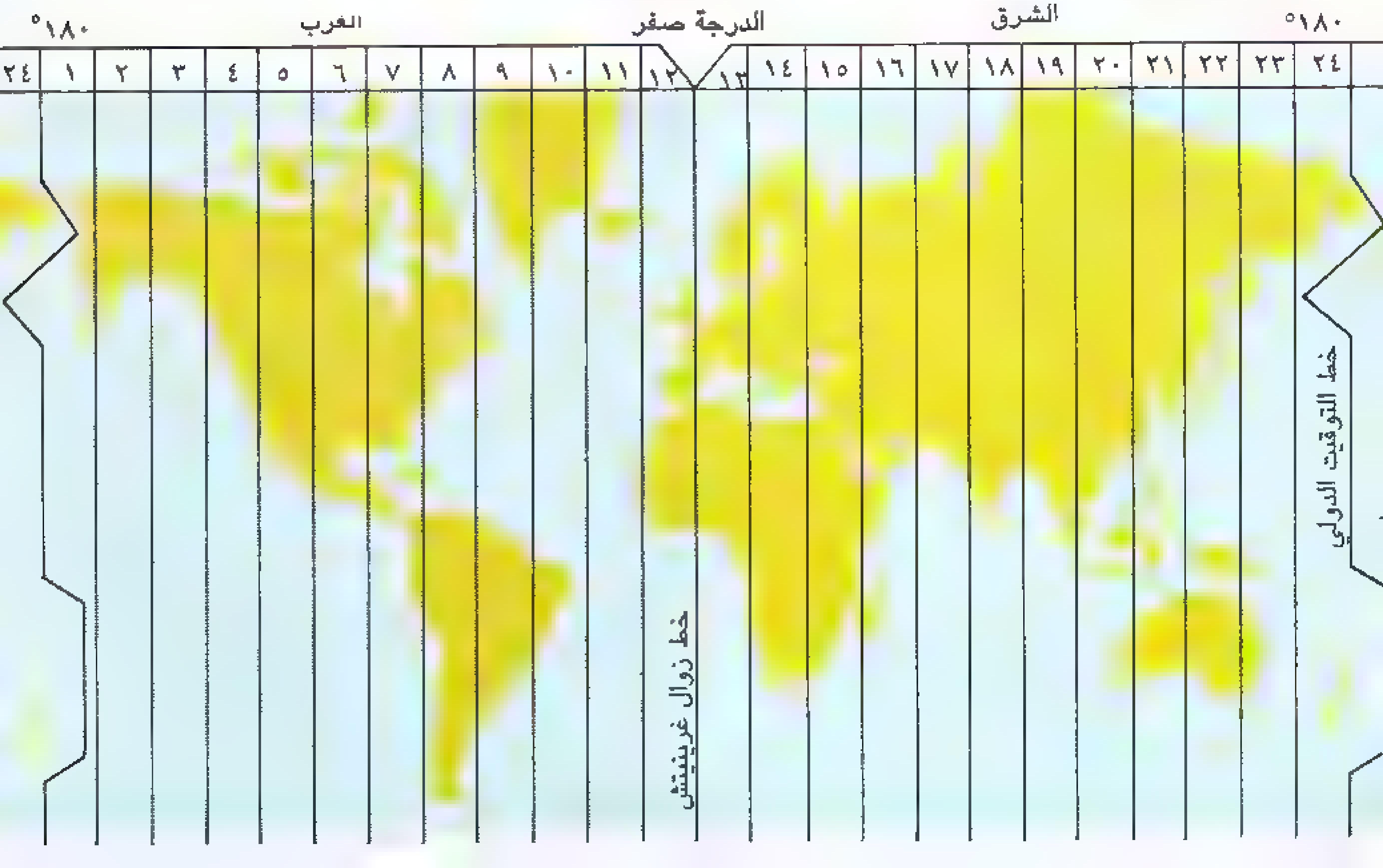
الشتاء

أعلى: *ديفلز بانشباول في سوراي ببريطانيا خلال الصيف (أعلى) والشتاء (أسفل).*
أسفل: *يقسم العالم إلى مناطق زمنية. الفرق ساعة بين منطقة وأخرى.*

التوقيت الدولي

في العام ١٨٨٤ قسم العلماء توقيت العالم إلى ٢٤ منطقة زمنية، حُدِدَت بموجب خط وهمي يمر عبر مرصد غرينيتش (جنوب شرق لندن على نهر التايمز). ويسمى التوقيت في المنطقة التي تضم غرينيتش توقيت غرينيتش. وعند الاتجاه غرب خط غرينيتش، حول العالم، تُنقص ساعة كل ١٥ درجة طولية. وعند الاتجاه شرقاً نزيد ساعة كل ١٥ درجة طولية.

عند الدرجة ١٨٠ طولية، نصل إلى خط التوقيت الدولي، وهو خط وهمي يتجه من الشمال إلى الجنوب عبر المحيط الهادىء. وعند عبوره غرباً يزيد التوقيت يوماً (خسارة يوم)، وينقص التوقيت يوماً في حال عبوره شرقاً (ربح يوم). بكلام آخر، إذا سافرنا شرقاً، وكان يوم الاثنين عند وصولنا إلى خط التوقيت الدولي، نصبح في يوم الأحد عند اجتيازه.



أرضنا

تكوّنت الأرض من حوالى ٤٥٠٠ مليون سنة. ولبعض النيازك هذا العمر ما جعل العلماء يعتقدون أن عمر الأرض من عمر النيازك، غير أنهم لا يعرفون كيف تكوّنت. ومن المحتمل أنها تكوّنت و**الكواكب** الأخرى في النظام الشمسي في الوقت نفسه.

كباقي **النجوم** تكوّنت **الشمس** من تجمع غيوم من الغبار والغاز المحتشدة في الفضاء. وربما تكوّنت الأرض مع الكواكب، في الوقت نفسه، في جيوب غبار صغيرة قرب الشمس. وهناك احتمال آخر في أن تكون الشمس حشدت سحابة غبار أسطوانية الشكل خلال انتقالها في الفضاء. من ثم تكثّف هذا الغبار، مترافقاً مع ارتفاع في حرارته ليشكّل الكواكب. وعبر الملايين والملايين من السنين، تشكّلت تدريجاً كريات من الصخر المصهور تحولت إلى كواكب جديدة.

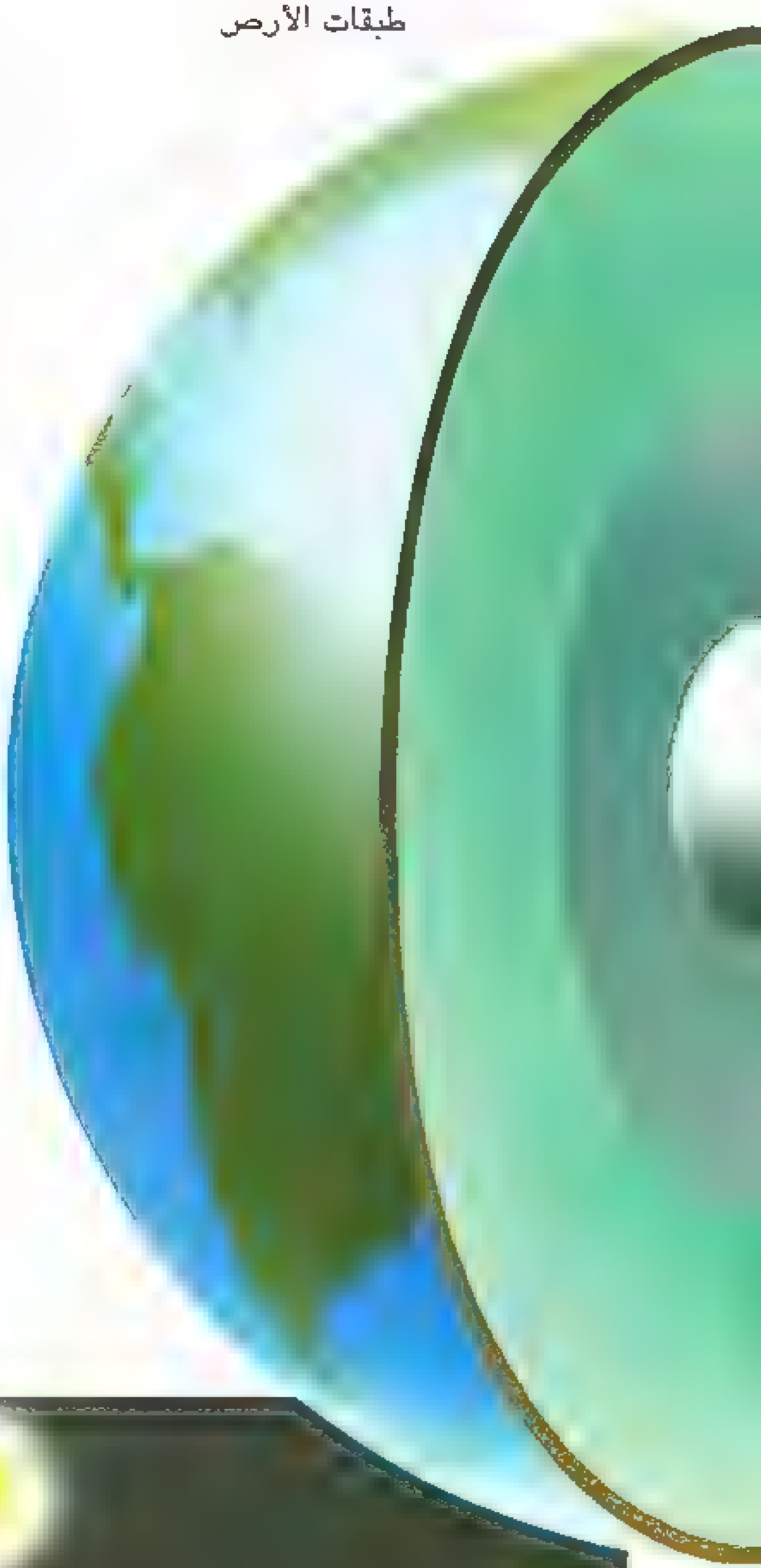
تفترض نظريات أخرى، أن الأرض كانت جزءًا من نجم. ومع اقترابه من الشمس سحبت **جاذبيتها** منه مادة حارة، تكوّنت منها كواكب جديدة.

أسفل: *ربما تكونت الكواكب من انفجار نجم (١) أو من سحابة غبار حول الشمس (٢).*

١

٢

طبقات الأرض



وثمة نظرية أخرى تقول بأن الشمس كانت أحد نجمي نجم مزدوج، وانفجر الآخر مخلفاً أجزاء تدور حول الشمس، وأصبحت فيما بعد الكواكب.

ربما يُكتشفُ قريباً أي هذه النظريات هي الأصح، أو إن تكوّنت الأرض بطريقة أخرى. وقد نجد الجواب من خلال استكشاف الكواكب وليس هنا على الأرض.

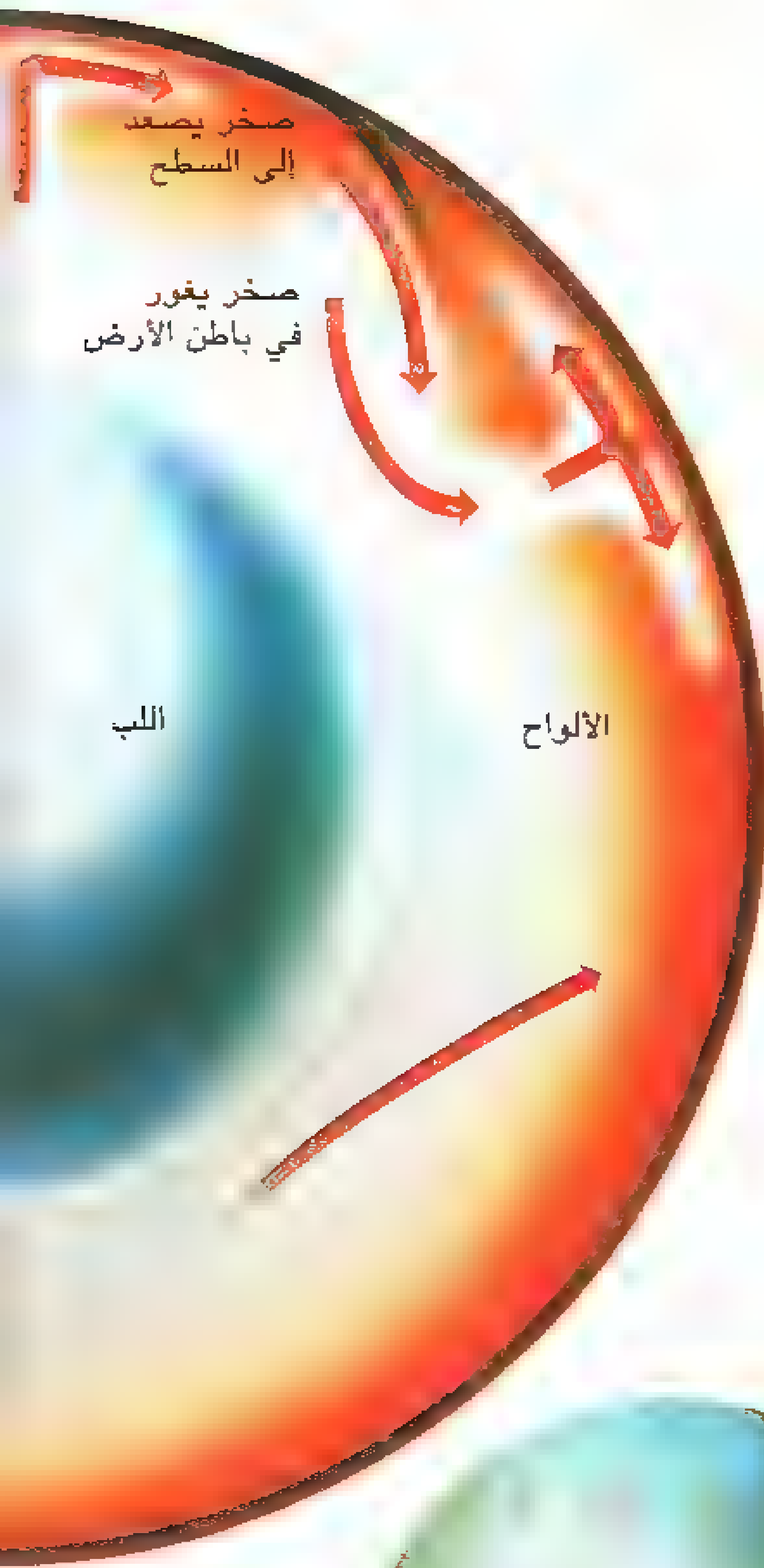
أيّاً يكن منشأ الأرض، فهي ربما تكونت على شكل كرة صخرية، واكتسبت الحرارة تدريجاً، وانصهر جوفها، وتشكّل غلاف صخري حول وسطها يسمى الوشاح، وفوقه غلاف آخر يسمى القشرة. أما وسط الأرض فيسمى اللب، وهو مؤلف من قسمين: لب سائل، ولب صلب، ونحن نعيش على أمتار قليلة من تراب أعلى القشرة.

القشرة	سماكتها: أكثر من مئة كلم.
الوشاح	٢٧٩٠ كلم.
اللب الخارجي	سماكته: ٢٢٦٠ كلم.
اللب الداخلي	شعاعه: ١٢٢٠ كلم.
شعاع الأرض	٦٢٧٠ كلم.

أسفل: *ربما تكونت الكواكب والشمس معاً*(٤)، *أو جذبوا من نجم*(٣).

٤

٣



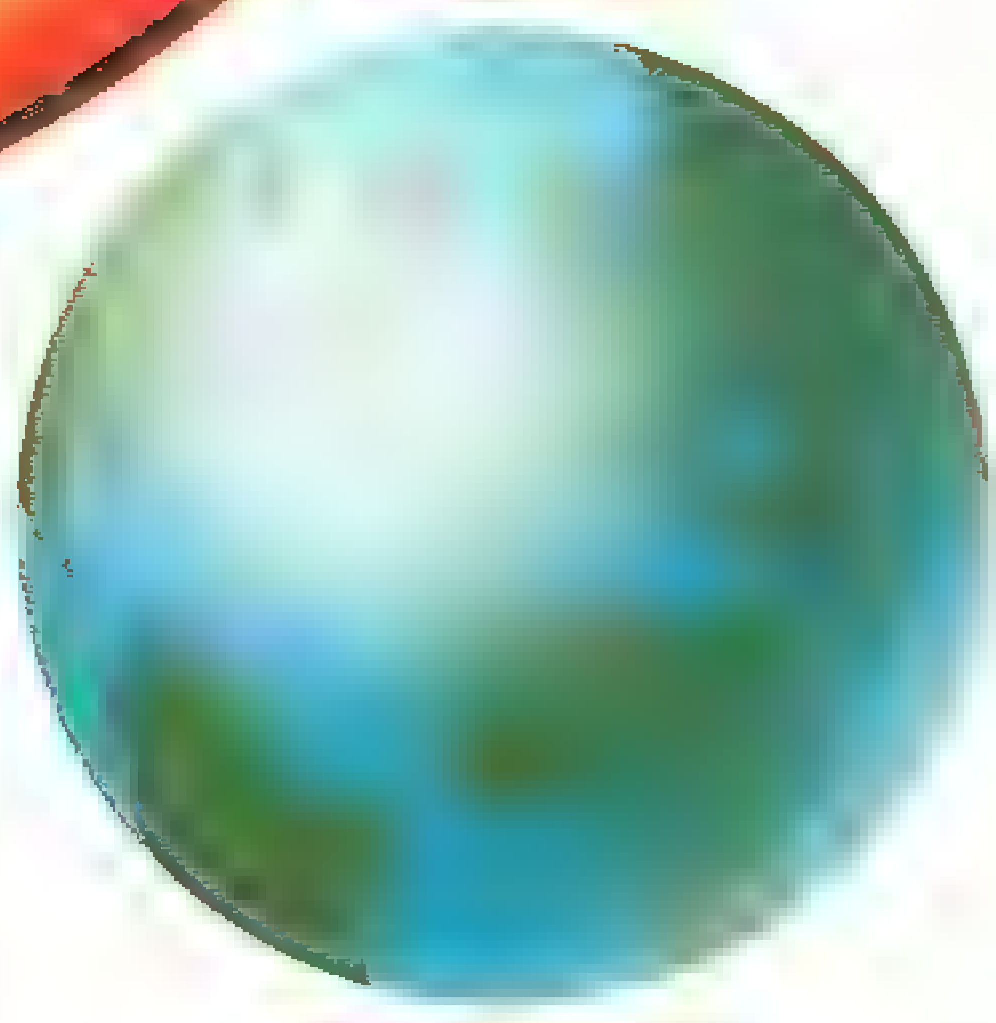
الجرف القاري

إذا نظرت إلى خريطة العالم تلاحظ أن شواطئ **الأطلسي** في **أميركا الجنوبية** وإفريقيا متشابهة، لو أمكن ضمها إلى بعضها لتطابقت تماماً. ولقد اعتقد الجيولوجيون لسنوات أنّ قارات العالم كلها كانت كتلة واحدة. ودعمت فكرة جديدة هذه النظرية، إذ أفادت بأنه منذ ٢٠٠ مليون سنة كانت توجد قارة واحدة ضخمة يحيط بها المحيط.

وبدأت القارة الضخمة بالتفكك. وأدى انجراف أجزائها المسماة الألواح إلى تباعدها، وعليها نشأت القارات. وكلما تحركت الألواح تزحزحت القارات ببطء. وحالياً لا يزال شمال أميركا وجنوبها، يبتعدان شيئاً فشيئاً عن **أوروبا** وإفريقيا. إلاّ أنّ هذا التحرك بطيء جداً، ومعدله من ١٠ إلى ١٠٠ ملليمتر في السنة.

تتواجد الألواح تحت اليابسة والمحيطات وهي مكوّنة من قشرة الأرض، وجزء من أعلى الوشاح. بعضها كبير

اليوم


منذ ٥٠ مليون سنة

وبعضها صغير. جزء كبير من **المحيط الهادئ** يمتد على لوح واحد ضخم، هو لوح الهادئ. لكن هناك ألواحاً عدة صغيرة تحت **البحر الأبيض المتوسط.**

يعتقد البعض أن الحرارة المنبعثة من باطن الأرض تجعل الألواح تتحرك، فتبدأ صخرة حارة منصهرة في أعلى الوشاح بالارتفاع تدريجاً نحو السطح وتنتشر تحت الألواح، وتتدفّق في الاتجاهات كلها، حاملة معها هذه الألواح. وعندما تبرد الصخرة تغور مجدداً في عمق الأرض.

تصل الصخرة الحارة إلى أماكن عدة على القشرة، وتنتشر على الكرة الأرضية، ويكون بعض الألواح قد تداخل، والبعض تباعد والبعض الأخير تحاكٍّ خفيفاً. ولكن عند تصادم لوحين يتغير شكل اليابسة.

على الرغم من التحرك البطيء للألواح، فإن تصادمها يتم بقوة عظيمة لا يمكن تفادي نتائجها: ثورات بركانية **وزلازل.**

يمين: *إن تحرك الصخور الحارة في باطن الأرض يجعل ألواح السطح تتحرّك.*

أسفل: منذ ٢٠٠ مليون سنة *كانت القارات كتلة واحدة، ثم بدأت تتباعد.*

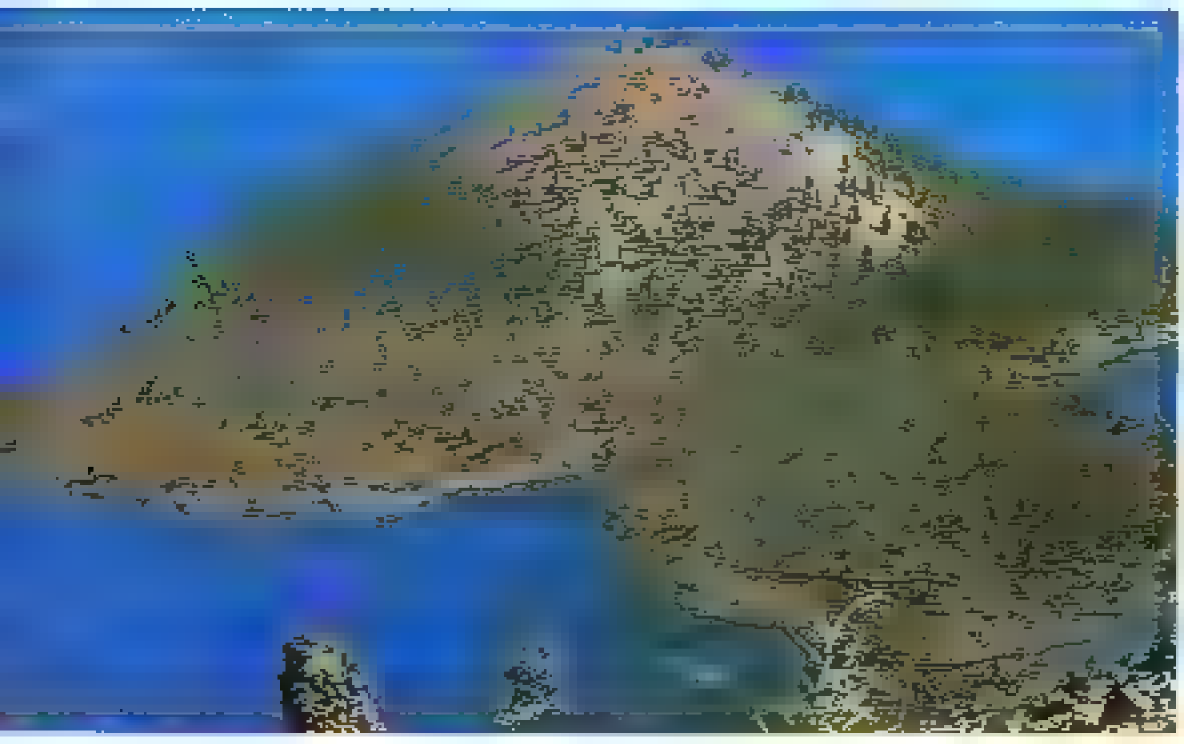
منذ ١٠٠ مليون سنة

منذ ١٥٠ مليون سنة

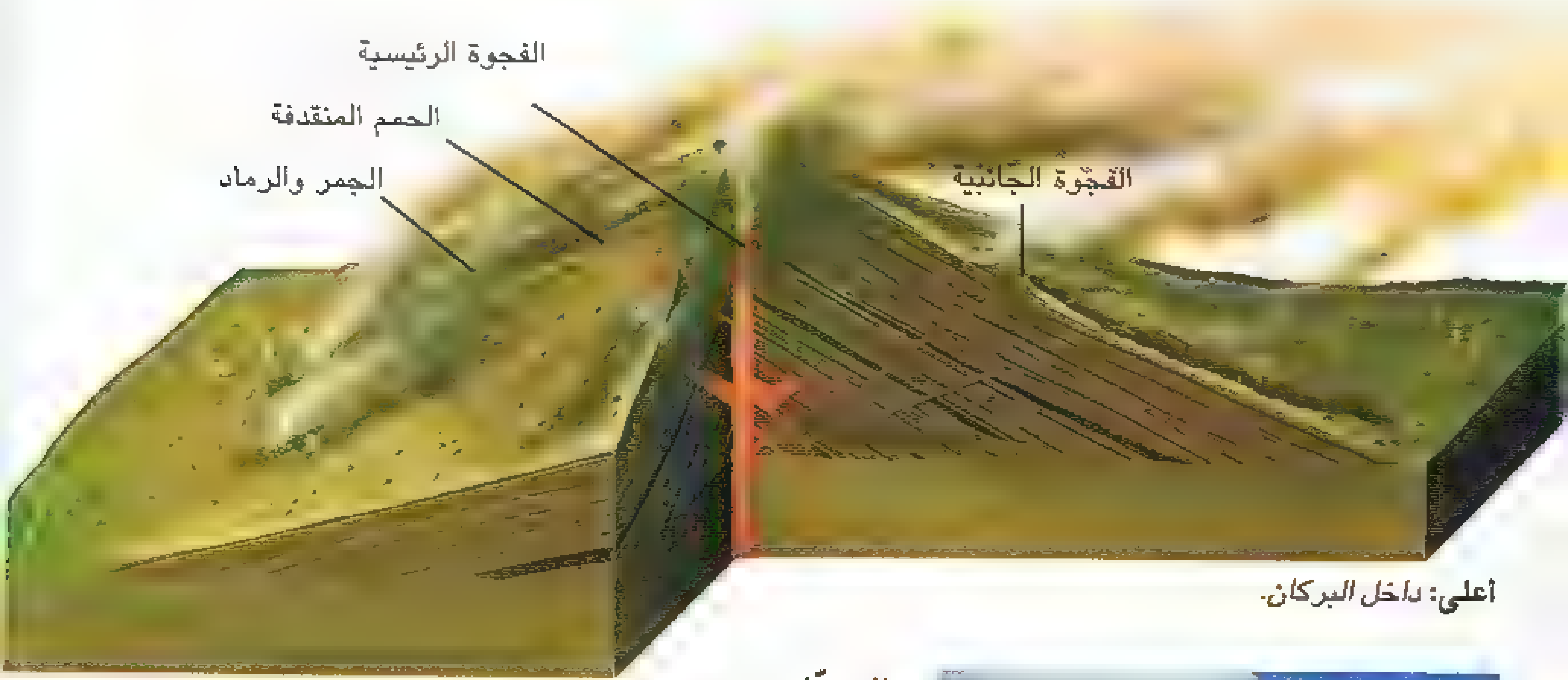
البراكين

يثور بركان عندما ينشقّ ممر أو ينفتح مخرج خلال قشرة الأرض. ويتصل المخرج بتجويف تحت الأرض يحوي الصخر المنصهر، الذي ينقذف بقوة عبر المخرج على شكل حمم.

عند وصول الحمم إلى السطح تبرد وتتحول إلى صخر صلب. وينشأ البركان تدريجاً، أحياناً على شكل مخروطي مع فوهة في أعلاه. وفي آخر الأمر، يُسَدّ المخرج فتتوقف ثورة البركان. ولكن إذا تنامى الضغط تحت الأرض ينفتح المخرج ثانية ويعود البركان للثورة مجدداً.



أعلى: *كراتر لايك (بحيرة الفوهة) في أوريغون بالولايات المتحدة. تغمر البحيرة فوهة بركان هامد.*



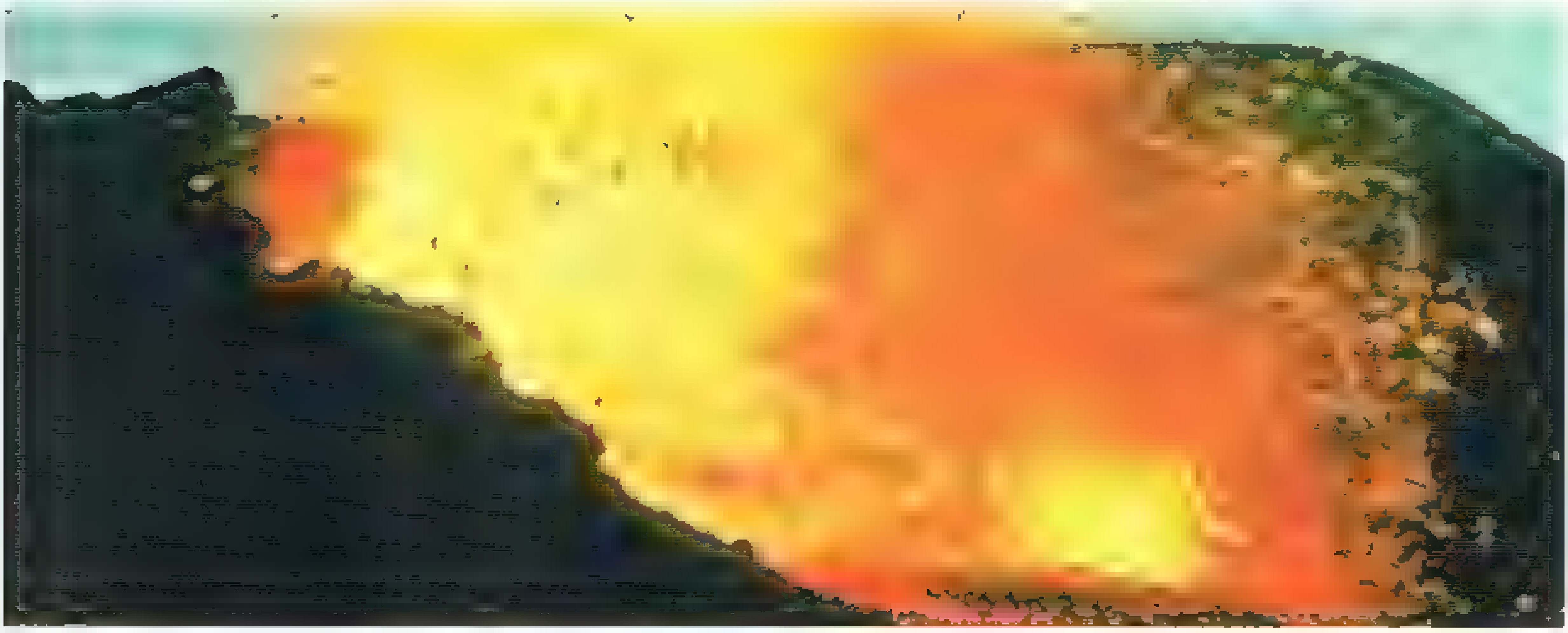
أعلى: *داخل البركان.*

الحمّات

تقع الحمّات (الينابيع الحارة) في المناطق البركانية، حيث تسبّب الحرارة غليان المياه الجوفية التي تتسرّب عبر شق في الصخر إلى سطح الأرض، وتتفجّر على شكل عمود من الرذاذ الحار.

الحمّة هي نوع من ينابيع المياه الحارة، التي تظهر في الأماكن، حيث تسخن المياه الجوفية.

يمين: *تُطلق الحمة بخاراً حاراً. ينتشر رذاذها في الهواء بقوة.*



أعلى: *انفجار الحمم من بركان في ايسلندا.*

الزلازل

تحدث الزلازل عندما تتحرك فجأة كتلة صخرية بالنسبة إلى كتلة صخرية أخرى. وقد لا يكون هذا التحرك عظيماً جداً، ليسبّب دماراً كبيراً في المدن.

تقع الزلازل في مناطق **البراكين** نفسها، وسبب ذلك **الجرف القاري**. فالانفعال العظيم ينجم عن تصادم لوحين أو مرورهما الواحد قرب الآخر، ويتنامى الضغط بين الكتل الصخرية التي تنهار فجأة وتتحرك مسبّبة الزلازل. وتسمى الفجوة التي تحدثها الصخور المنهارة بفعل الضغط، صدعاً. وإذا صدف وجود صخور منصهرة تحت الصدوع تفتّحت مخارج، وانطلقت الحمم إلى السطح.

عندما يحدث زلزال تحت البحر تهتز أرضه وتنشأ موجة جبّارة على سطحه، وتكون قليلة الارتفاع، وتتحرك بسرعة فائقة. وكلما اقتربت هذه الموجة من الشاطىء تعاظمت بحيث تغدو جبّارة في المياه الضحلة. ومن ثم تتحطم على الشاطىء بعنف عظيم. وتعرف هذه الأمواج باسم الأمواج البحرية الزلزالية.

يسار: *تحدث زلازل مدمرة في أميركا الوسطى عندما تتحرك لوحة تحت أخرى*

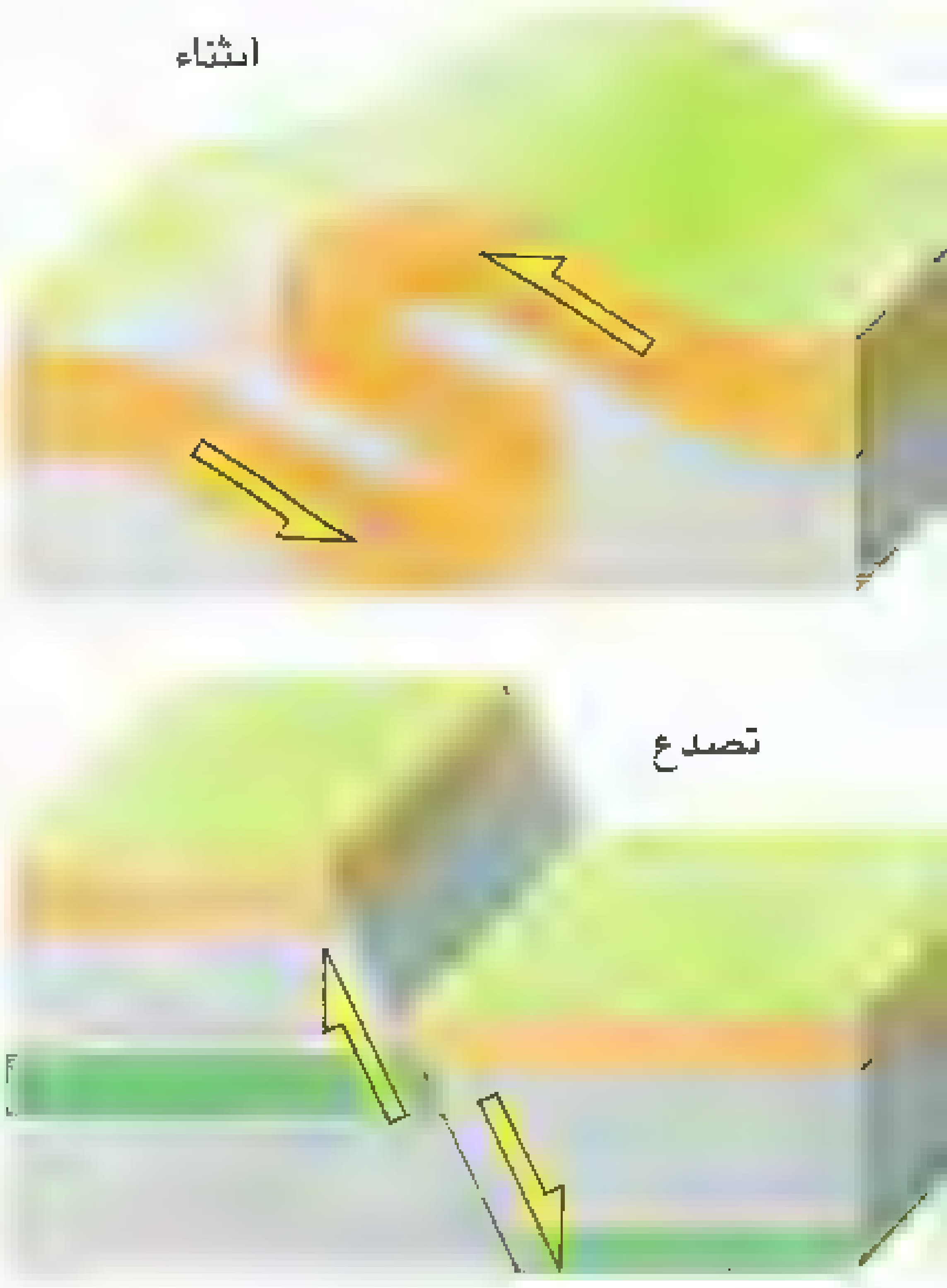
تشكيل اليابسة

تبدو **الجبال والوديان**، ومعالم الأرض كلها، وكأنها أبدية. إلا أنها تتغيّر ببطء بفعل العوامل الطبيعية المختلفة.

ثمة عاملان اثنان يغيران شكلها دائماً: أولهما، قوى الأرض الباطنية التي تلوي طبقات **الصخور**، وتحوّلها إلى جبال ووديان. ويعتقد الجيولوجيون أن حركة الألواح الصخرية تحت الأرض ـ **الجرف القاري** ـ تؤدي إلى التواء القشرة وتجدّدها.

أما العامل الثاني فهو التعرية البطيئة للجبال، ولمعالم أخرى، ويسمى أيضاً التآكل. وتساعدُ حرارة **الشمس**، و**المطر**، و**الصقيع**، وحركات **الأنهار**، و**المجلدات**، و **البحار**، و**الرياح** على تفتيت الصخر جزيئات صغيرة، ونقلها بعيداً. كما يمكن للمياه أيضاً أن تذيب بعض الصخور. وفي آخر الأمر، تستقر فتات الصخر في مكان آخر. وحالما ترفع قوى الأرض الباطنية سلسلة من الجبال تبدأ عوامل التآكل بتعريتها.

أعلى: *جسر «قوس قزح» في يوتاه بالولايات المتحدة، وهو حجر رملي مقوّس تكوّن نتيجة عامل التآكل.*
أسفل: *أدى عامل التعرية إلى تعرية جبال وادي النُّصب في جنوب غرب الولايات المتحدة.*



الجبال

تشكلت الجبال بطرق مختلفة، منها عند التواء قشرة الأرض، إذ تحدث التواءات ضخمة يبلغ ارتفاعها آلاف الأمتار وتتباعد كيلومترات كثيرة. كما يؤدي تحرك القشرة إلى سحق هذه الالتواءات وإلى قلب بعضها على البعض الآخر. وهكذا تتكوّن الجبال و**الوديان** من كل نوع وحجم.

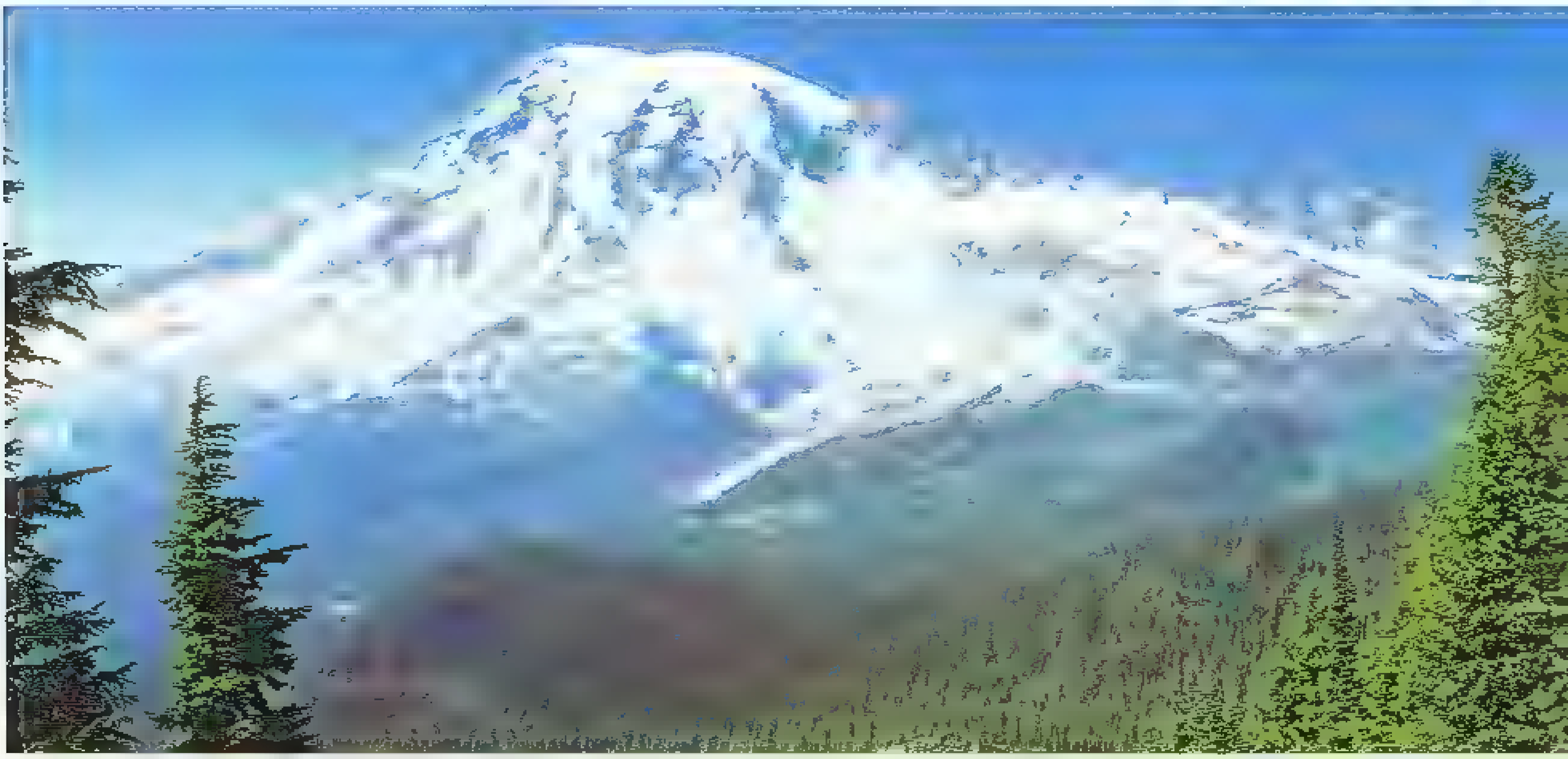
تشكل الالتواءات ضغطاً كبيراً على الطبقات الصخرية، التي غالباً ما تتكسّر لتنشأ تشققات تسمى صدوعاً. قد تكوّن أحياناً **الجرف والمنحدرات** في المناطق الجبلية صدوعاً نستطيع أن نرى فيها أنواع الطبقات الصخرية. كما يمكننا أن نرى في الجرفات **التقوّسات** التي سببتها الالتواءات في الطبقات.

كما تتكوّن الجبال أيضاً بفعل التآكل. فإذا كانت صخرية صلبة مغلّفة بأخرى ليّنة، يؤدي عامل التآكل إلى تعرية الصخور الليّنة، من دون الصلبة، ويكوّن ما تبقى جبلاً.

البراكين هي نوع آخر من الجبال تكوّن من طبقات الحمم الصلبة المتراكمة.

أعلى: *تحدث الالتواءات بسبب الضغط الجانبي. تتحرك الصخور على الصدوعات.*

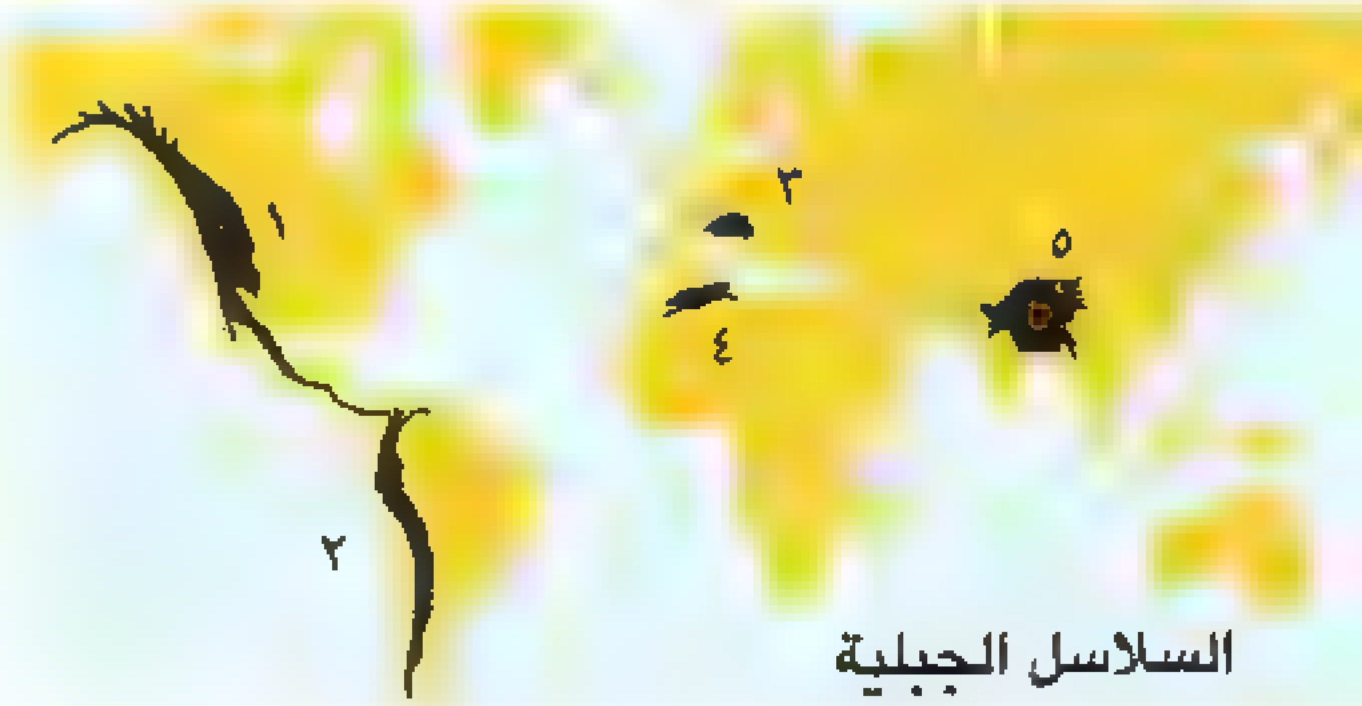
أسفل: *جبل ماكينلي هو أعلى جبل في أميركا الشمالية.*



الجبال الصخرية

الجبال الصخرية أو جبال الروكي، هي سلسلة طويلة من الجبال تمتد على طول الجهة الغربية **لأميركا الشمالية**، من ألاسكا حتى **المكسيك**. وتقع بعيدة عن البحر، وتلعب دور القاسم، أي أن الأنهر على جهتي السلسلة تجري باتجاهات متعاكسة. ففي الشرق تجري الأنهر كلها نحو **المحيط الأطلسي**، وفي الغرب نحو **المحيط الهادىء**. وهنالك القليل من النشاط البركاني في جبال الروكي، حيث لا تحدث في الغالب **زلازل** بارزة.

يمين: *غراند تيتون في وايومينغ، هي من أعلى قمم جبال الروكي.*

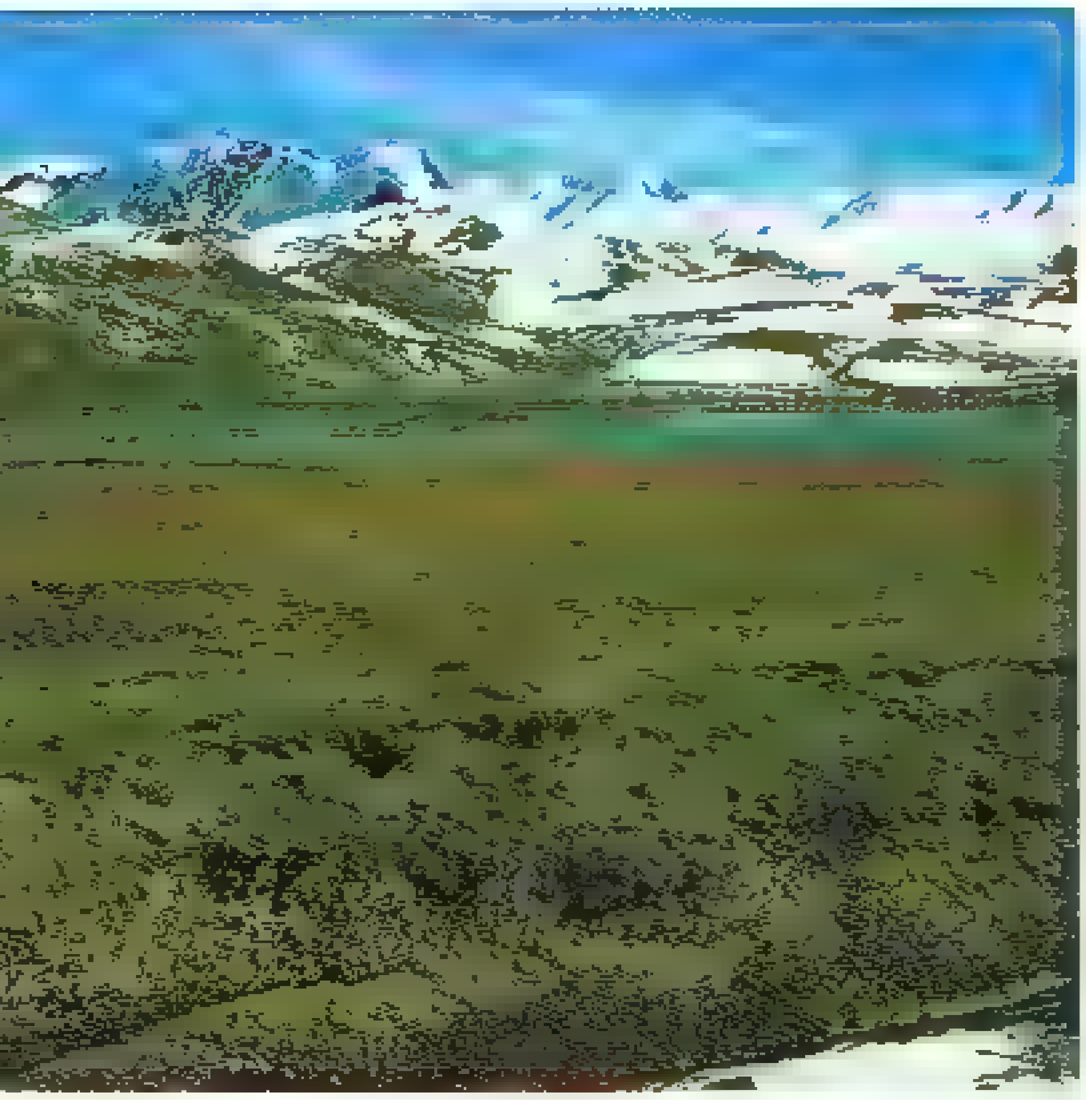


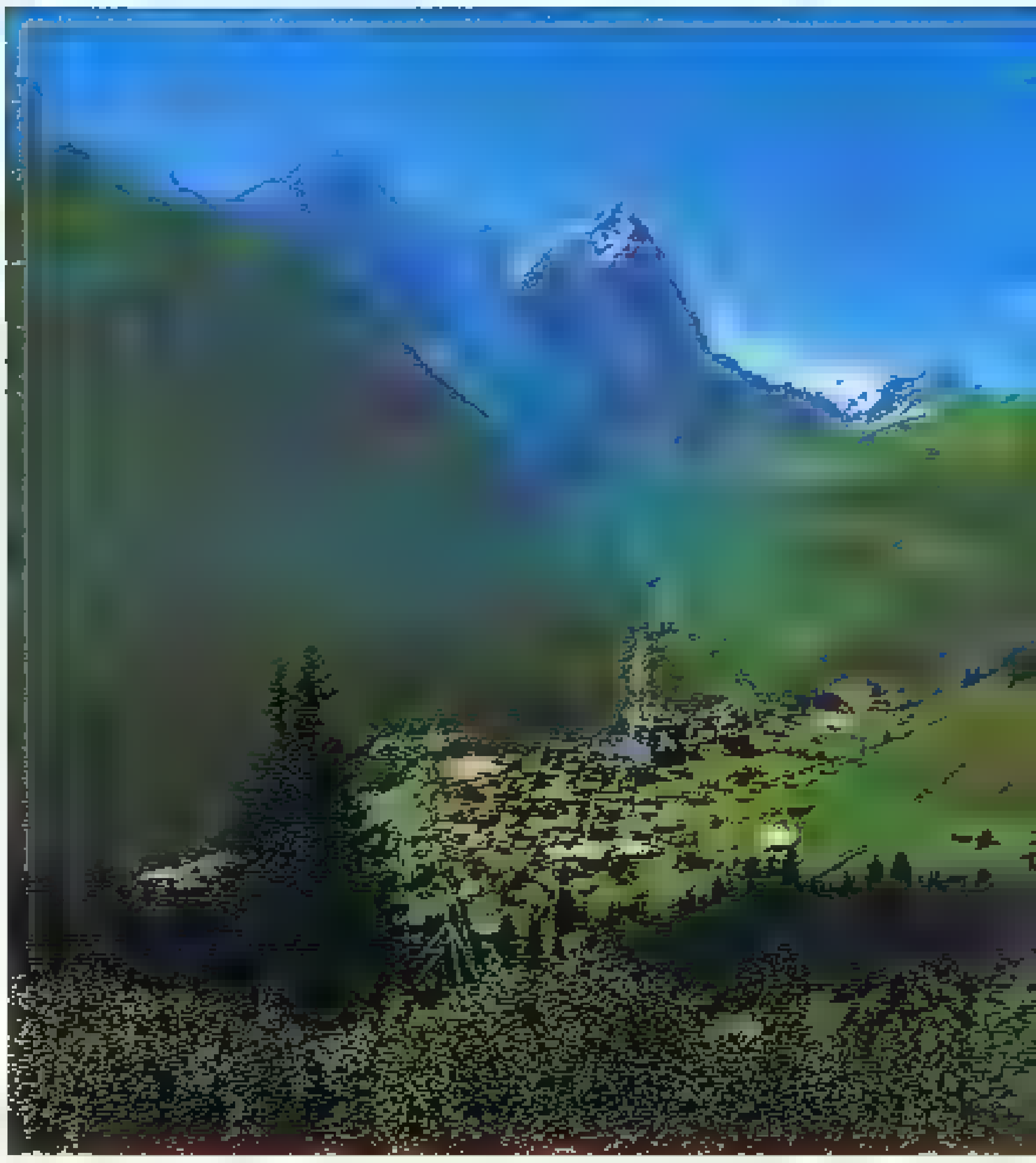
يمين: *خريطة للعالم تُظهر خمس سلاسل جبلية ضخمة. ١ ـ جبال الروكي، ٢ ـ الأنديز، ٣ ـ الألب، ٤ ـ الأطلس، ٥ ـ هملايا.*

أسفل: *يوازي ارتفاع هذا الممر في جبال الأنديز في أميركا الجنوبية ارتفاع أعلى جبل في الألب، ويقع في بوليفيا.*

جبال الأنديز

جبال الأنديز هي سلسلة الجبال الطويلة الممتدة على طول الساحل الغربي **لأميركا الجنوبية**، من برزَخ باناما شمالاً حتى كاب هورن جنوباً. وتختلف كثيراً عن جبال الروكي. فهي قريبة من البحر وفيها **براكين وزلازل** عديدة. ويعتقد العلماء أن لوح «نازكا» تحت جنوب شرق الهادىء دُفِعَ تحت لوح جنوب أميركا. وانصهر طرف اللوح المنحدر وتسلل سائلاً صخرياً عبر البراكين. أما جبال الروكي فبعيدة عن أطراف اللوح، لذا هي قليلة النشاط.





جبال الألب

تعتبر جبال الألب أضخم جبال **أوروبا**، وتمتد من جنوب **فرنسا** مروراً بسويسرا وشمال **ايطاليا**، إلى **النمسا**. هي ترتفع عمودياً في الجنوب وبكل اعتدال في الشمال. تكوّنت بسبب تحرك ايطاليا البطيء نحو الشمال. ولو لم تنثن القشرة لتشكّل جبال الألب، لكانت أوروبا أعرض بمئة كيلومتر مما هي عليه الآن.

يمين: *مورين، مدينة صغيرة تقع في أعالي جبال الألب السويسرية بالقرب من جانغفرو، أحد أعلى جبال الألب.*
أسفل: *جبال الأطلس فوق مراكش في المغرب.*

جبال الأطلس

في الجانب الآخر من **البحر الأبيض المتوسط** تتحرك **أفريقيا** شمالاً كما **ايطاليا**. ولقد رفع هذا التحرك مستوى جبال الأطلسي عند الساحل الشمالي لأفريقيا. وهو يقلّل تدريجاً المسافة بين الشاطئين الشمالي والجنوبي **للبحر الأبيض المتوسط**.

أسفل: *أنابورنا، إحدى أعلى قمم جبال الهملايا، وتطل على بوكارا في النيبال.*

جبال الهملايا

جبال الهملايا هي أعظم سلسلة جبال في العالم. فهي تضم أعلى القمم، ومنها الأعلى في العالم قمة افرست. بدأت هذه الجبال تتكوّن منذ ٥٠ مليون سنة عندما التحم اللوح الهندي **بآسيا**.

لا تزال **الهند** تتحرك ببطء نحو الشمال، وكذلك شبه الجزيرة العربية **وأفريقيا**. ويرفع هذا التحرك حالياً سلسلة جديدة من الجبال بدءاً من الهملايا حتى **جبال الألب**.

الوديان والخوانق والفجاج

الوديان والخوانق والفجاج **والوهاد والأخاديد**، هي أنواع **منخفضات** الأرض كافة. إن تدفق **نهر** أو نبع فوق الأرض يؤدي إلى تآكل الصخور، فيتشكل منخفض يسمى أخدوداً إذا كانت قناته صغيرة، ووهداً إذا كانت قناته كبيرة.

يحفر النهر عميقاً في الأرض في انحداره نحو البحر، مشكلاً وادياً ضيقاً. ولكن كلما حفر النهر عميقاً في الأرض، كلما غدا مسيله أقل انحداراً، وتدفقه أكثر بطئًا. وتؤدي عملية الحفر إلى توسيع قعر الوادي، وعملية التآكل إلى جعل جوانبه تنحدر بتدريج أكثر اعتدالاً. أما الفتات الصخري (الطمي) الذي تحمله المياه فيترسّب في قعر الوادي ويسطّحه.

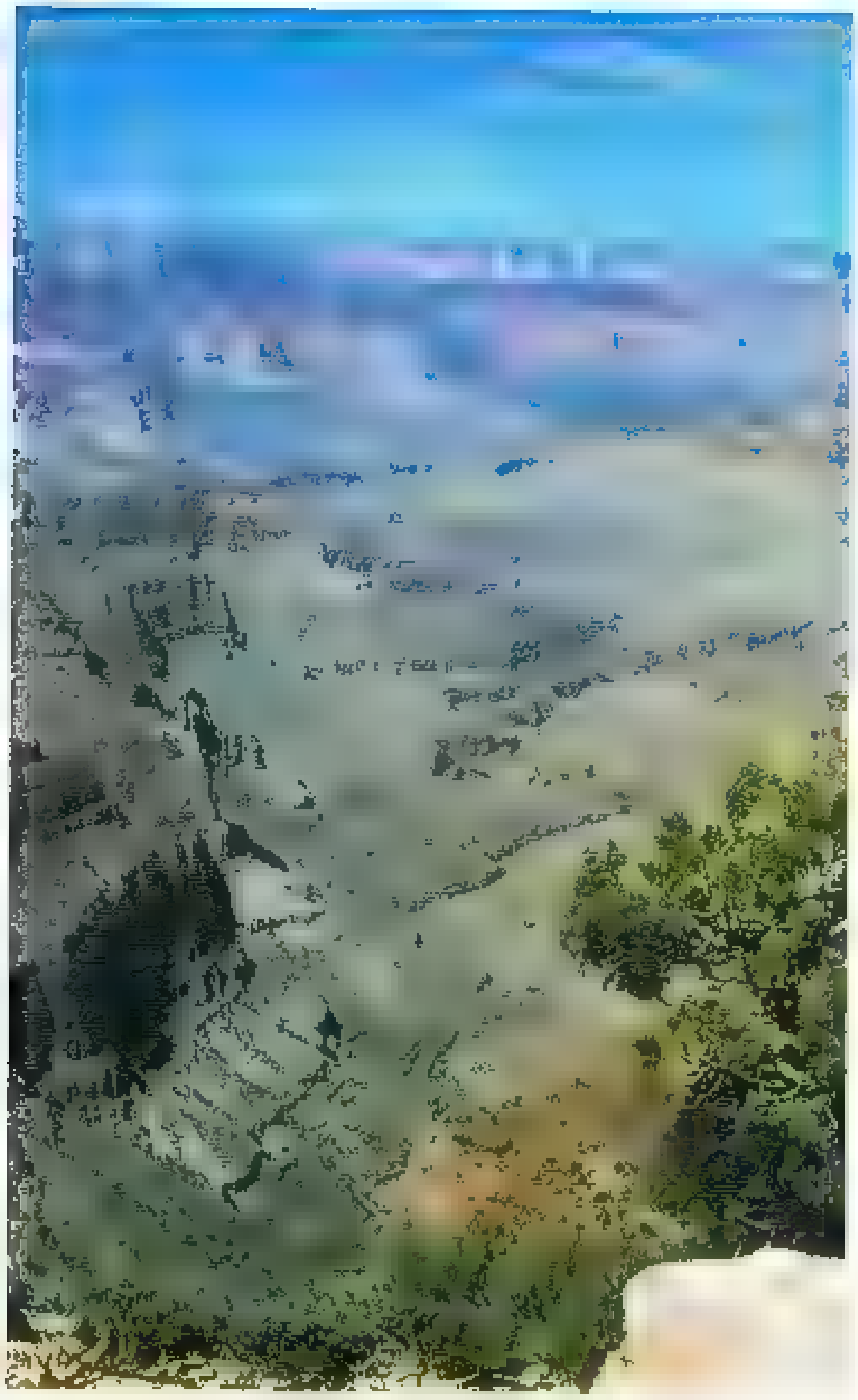
وفي حال اندفعت الصخور ببطء نحو الأعلى في أثناء تآكلها تتكوّن فجة تتعمّق تدريجاً وتكون جوانبها شديدة الانحدار. أما الخانق الذي هو عبارة عن فجة ضخمة، فعميق وضيّق في أسفله، وواسع في أعلاه.

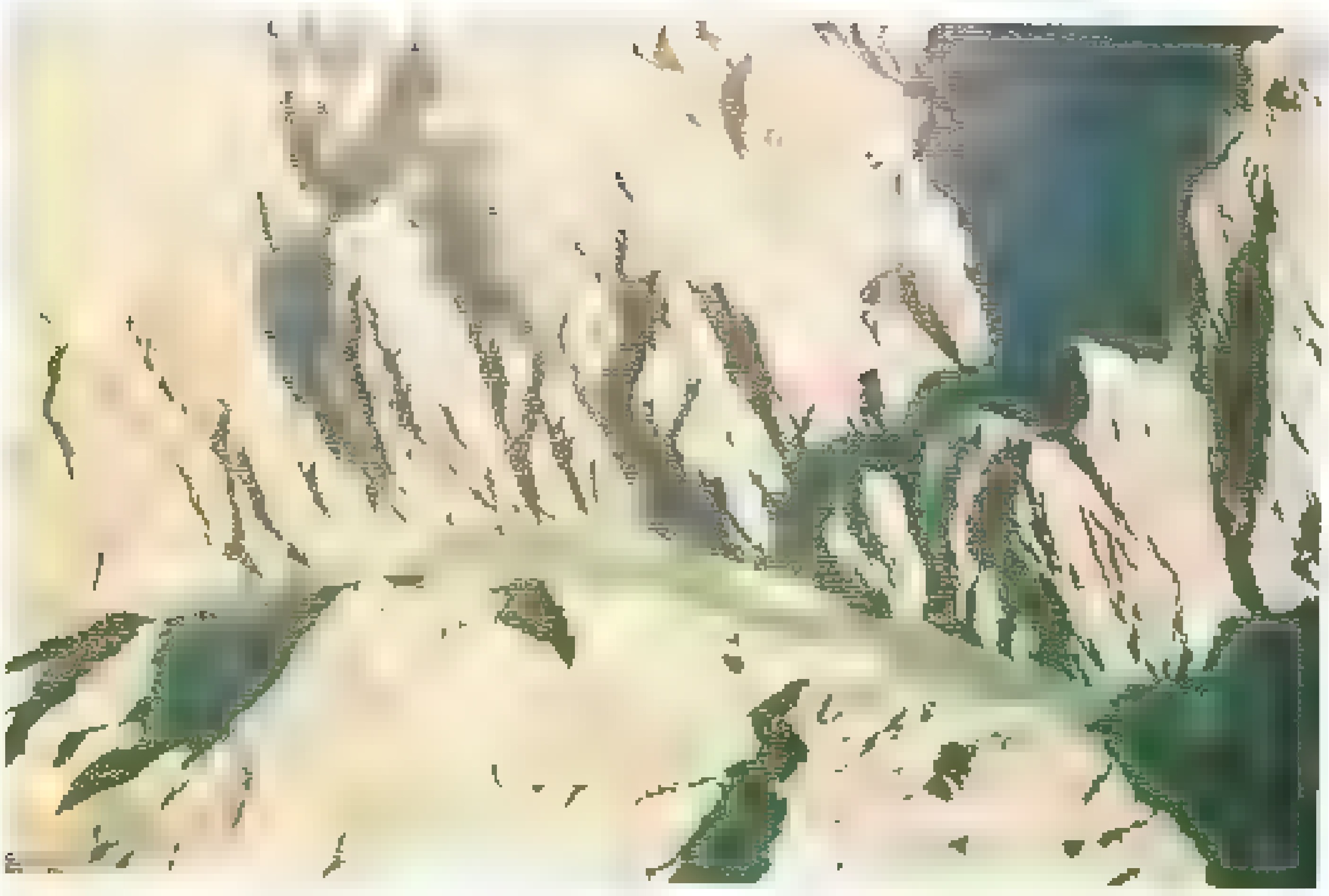
أعلى: *وديان كثيرة في المناطق العالية، عرّتها الأنهار الجليدية*

أسفل: *غالباً ما يكوّن التآكل الوديان، غير أن الوديان الانكسارية تشكّل عندما تنزلق كتل من الأرض بين الصدوع*

أشهر خانق في العالم هو الخانق الكبير ـ غراند كانيون ـ الذي كوّنه نهر كولورادو في أريزونا بالولايات المتحدة، عندما حفر في هضبة ترتفع تدريجاً، حتى عمق أكثر من ١٥٠٠ م، عبر طبقات صخرية مختلفة. ويمكن رؤية هذه الطبقات التي بعضها مكوّن من صخور أقسى من صخور البعض الآخر، على طول جانبي الخانق الكبير.

تتكوّن الوديان أيضاً، بفعل الأنهر الجليدية **(المجلدات)** التي تحفر قنوات في الأرض. وعادة تكوّن الأنهار ودياناً على شكل V. أما الجليدية منها فتكوّنها على شكل U.



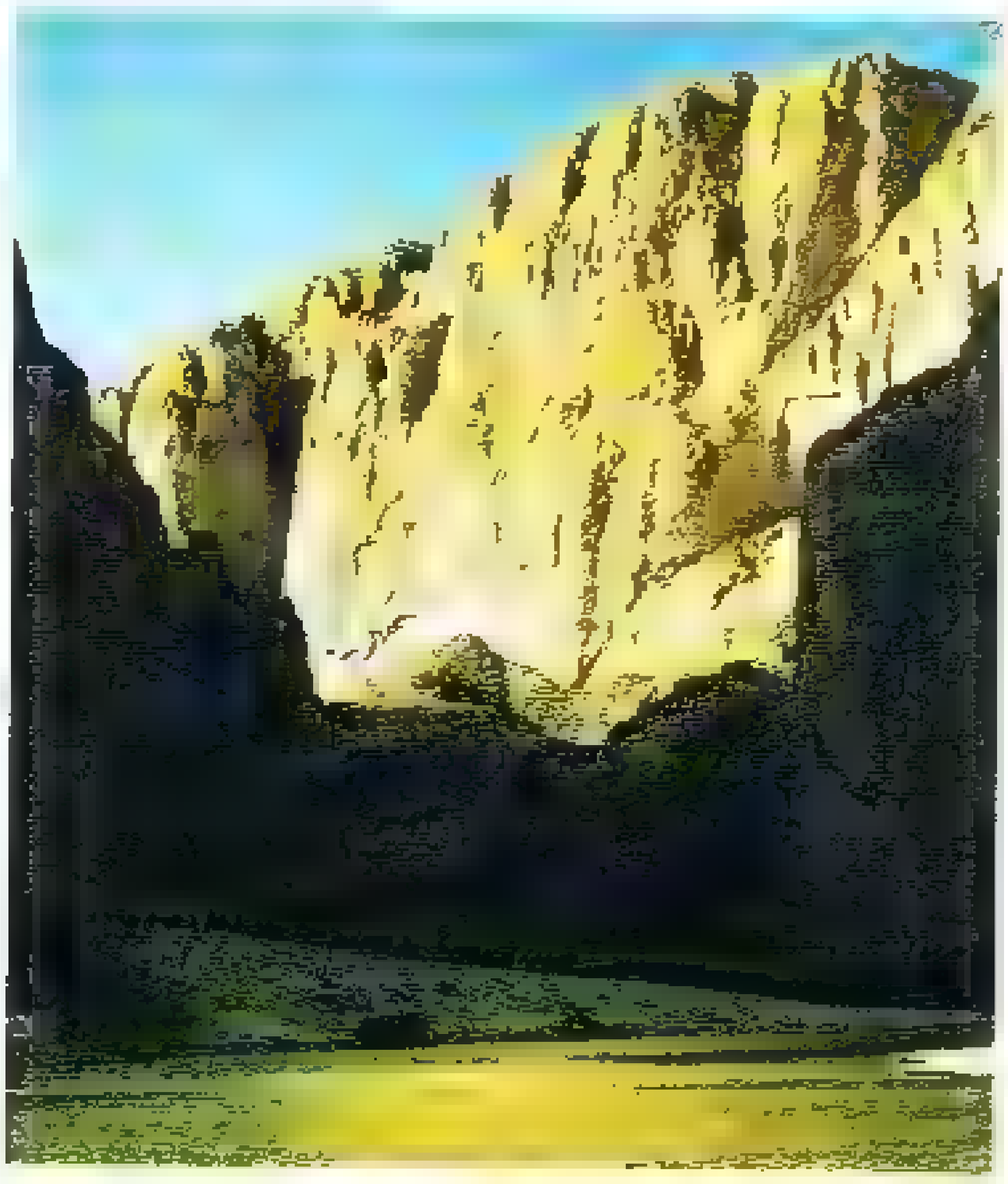


أعلى: *«غراند كانيون» كوّنه نهر كولورادو.*

يمين: *«غراند كانيون» كما يرى من الجو.*

تختلف الوديان الانكسارية عن الوديان العادية بجوانبها العميقة، وباتساعها في القعر. ويشبه الوادي الانكساري أخدوداً هائلاً أو حوضاً طولياً في الأرض، ولا يتكوّن بفعل التآكل. أما جوانب الوديان الانكسارية الصغيرة، فهي مجرد صدوع في الصخر، واليابسة تتسلّل عبر تلك الصدوع.

الوديان الانكسارية الضخمة مختلفة قليلاً. فالوادي الانكساري العظيم في **إفريقيا** الشرقية، تشكّل بفعل تباعد لوحين، وهو يقع في الطرف الجنوبي من نظام صدوع يضم البحر الميت والبحر الأحمر.



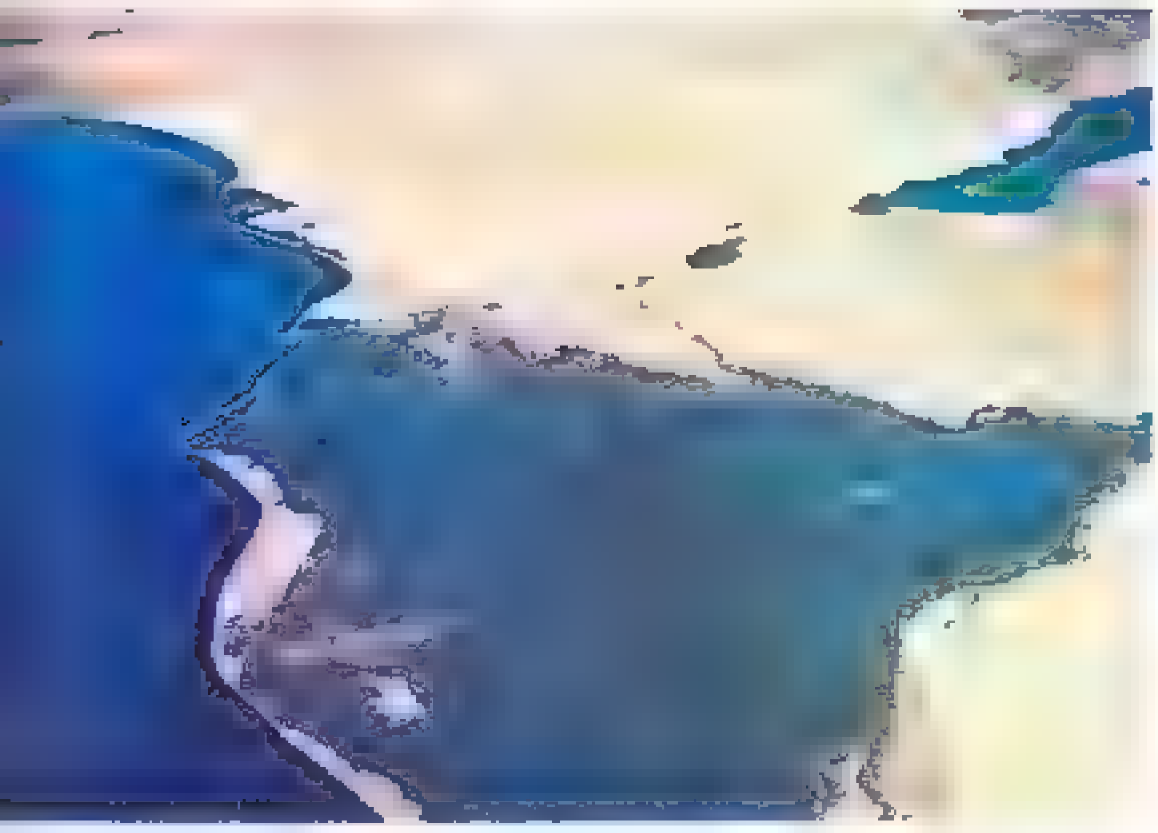
يمين: *خانق كوّنه «ريوغراندة» في تكساس.*

الأنهار

ينطلق النهر في أرض مرتفعة، من مكان يُسمّى النبع. وقد ينبع من حيث تلتقي سواقٍ صغيرة أو جداول. ويمكن أن يكوِّن النبع ينبوعاً. كما أن بعض الأنهار ينطلق من بحيرات، والبعض الآخر من مكان ذوبان **الأنهر الجليدية (المجلدات)**.

ينحدر النهر من منبعه حتى يصل إلى نهرآخر أو إلى البحر. وحين يصب في نهر آخر يسمى رافداً. أما النهر الأساسي الذي يتلقى تدفق مياه الروافد فيتّسع كثيراً ويغزر. وعند وصوله إلى البحر يكون قد اكتسب عرضاً كبيراً. ويطلق على الجزء الذي يدخل منه في البحر عند المصب اسم فم النهر. وتعرف المنطقة التي على شكل قمع في فم النهر باسم المصب.

يحفر النهر **وادياً** في الأرض حيث يجري وينقل معه التراب إلى البحر. وتسمّى حبيبات التراب المجروف «الطمي». وعند اقتراب النهر من البحر يتسطّح قعره. غير أنّ بطء تدفقه لا يسمح له بنقل كل الطمي الذي يتراكم ما يترسّب منه في قعر الوادي ويحوّله سهلاً منبسطاً.



أعلى: *تبدو دلتا النيل من الفضاء كمثلث أخضر من النبات وسط الصحراء*

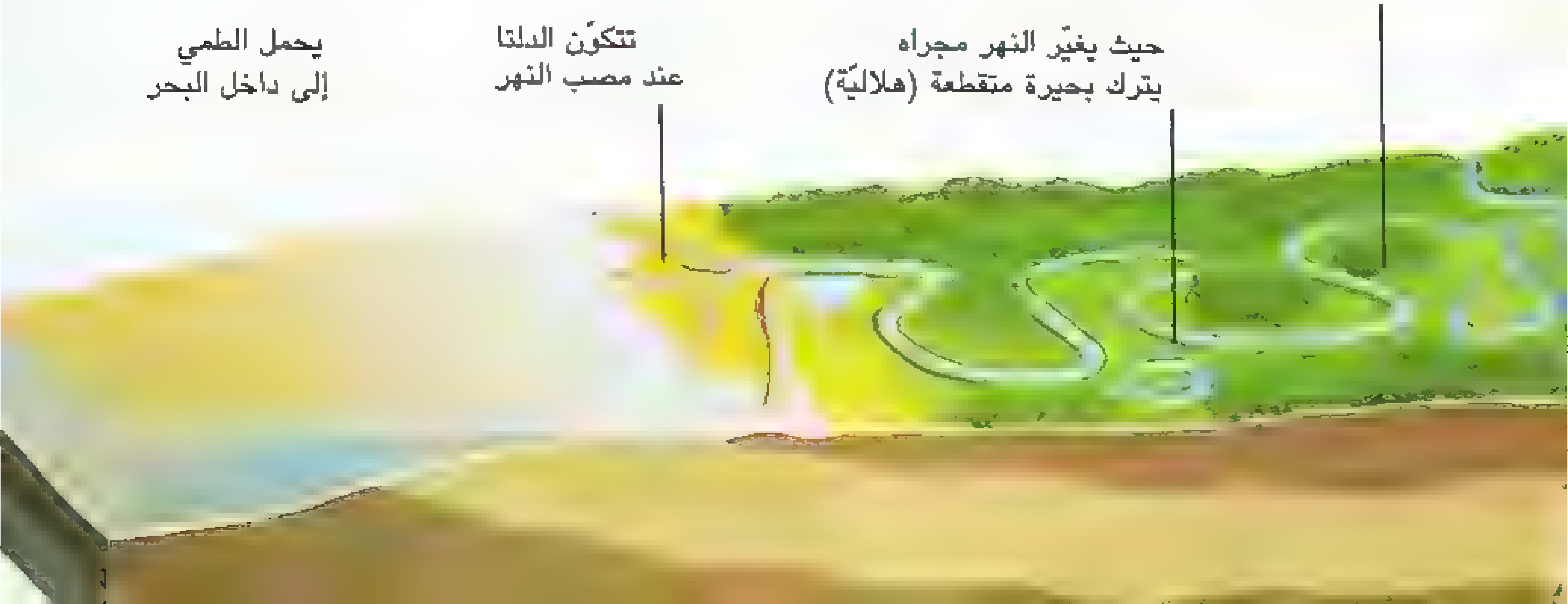
كثيراً ما ينعطف النهر في مجراه في السهل مكوّناً منعطفات نهرية. وتحمل الأنهار الضخمة كميات كبيرة من الطمي، بحيث يؤدي تراكمها عند المصب إلى تقسيم النهر إلى قنوات صغيرة. وغالباً ما تتفرج شبكة القنوات هذه على شكل مثلث قبل وصول النهر إلى البحر. ويطلق على هذا المثلث إسم دلتا نسبة إلى الحرف اليوناني دلتا △ .

لكل قارة أنهارها الكبيرة التي تنطلق من وسطها، مخترقة اليابسة لتصب في البحر. وبعض هذه الأنهار ينبع في الجبال عند طرف القارة، ويخترقها ليصل إلى الطرف المقابل. وهذه الأنهار هي من الأهمية بمكان كمصدر مياه للشعوب وكوسيلة نقل. كما أن الحضارات نشأت على ضفاف الأنهر، وما انفكت الشعوب بحاجة إلى المياه لتستمر في الحياة.

يمين: *ينبع نهر النيل من وسط إفريقيا. وخلال مسيله نحو البحر تنضم إليه أنهار نابعة من بحيرات.*

يسار: *الدانوب هو ثاني أطول أنهار أوروبا التي يعبرها ليصل إلى البحر الأسود. الفولغا هو أطول أنهار أوروبا.*

أسفل: *تجري الأنهار بسرعة عبر الجبال معرية أودية عميقة. وبما أن الأرض قرب البحار منبسطة، يبطىء النهر مسيله.*



الشلالات

عندما يصل نهر إلى جرف يسقط عنه على شكل ستائر مائية. هذا هو الشلال.

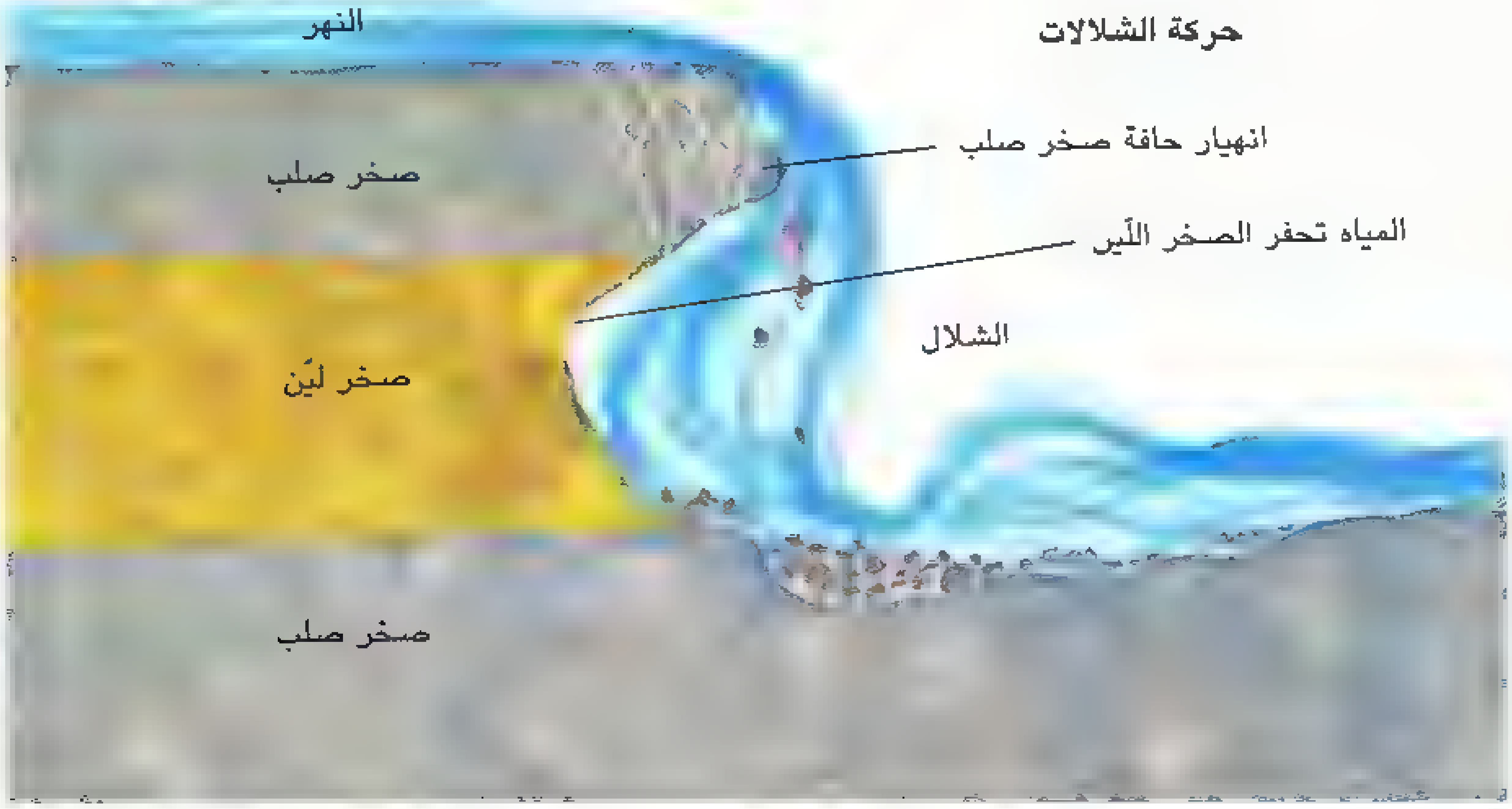
ليس الجرف الذي تشكّل نتيجة صدع في الصخر الطريقة الوحيدة لتكوين الشلالات. فهذه قد تظهر حيث يتدفق النهر على أرض تغطيها طبقة صخرية صلبة. إذ إن النهر يفتت الصخور الليّنة على جانبي مجراه، فتتكشف الصخور الصلبة التي تشكّل حافة تندفع المياه بقوة من فوقها.

إذا كان الجرف يضم طبقة صخرية ليّنة، فهذه ستتفتت بدورها، وتتشكّل مساحة فارغة خلف الشلال، وتبدو الحافة وكأنها معلّقة في الهواء. ومع مرور الوقت تنهار قطع من الحافة، ويبدأ الشلال بالتراجع تدريجياً نحو النهر. وهذا ما يحدث مع شلالات نياغارا التي تتراجع سنوياً متراً واحداً. أما أعلى الشلالات في العالم فهي شلالات أنجل في فنزويلا التي يبلغ ارتفاعها ٩٨٠ متراً.

في بعض الأحيان، يمكن رؤية **قوس قزح** في الشلال. ويحدث هذا عندما تقع أشعة الشمس على حبيبات رذاذ المياه حول الشلال.

أعلى: *شلال مارمور في ايطاليا.* يمكن رؤية *قوس قزح في أسفل الصورة، حيث تضرب أشعة الشمس الرذاذ.*

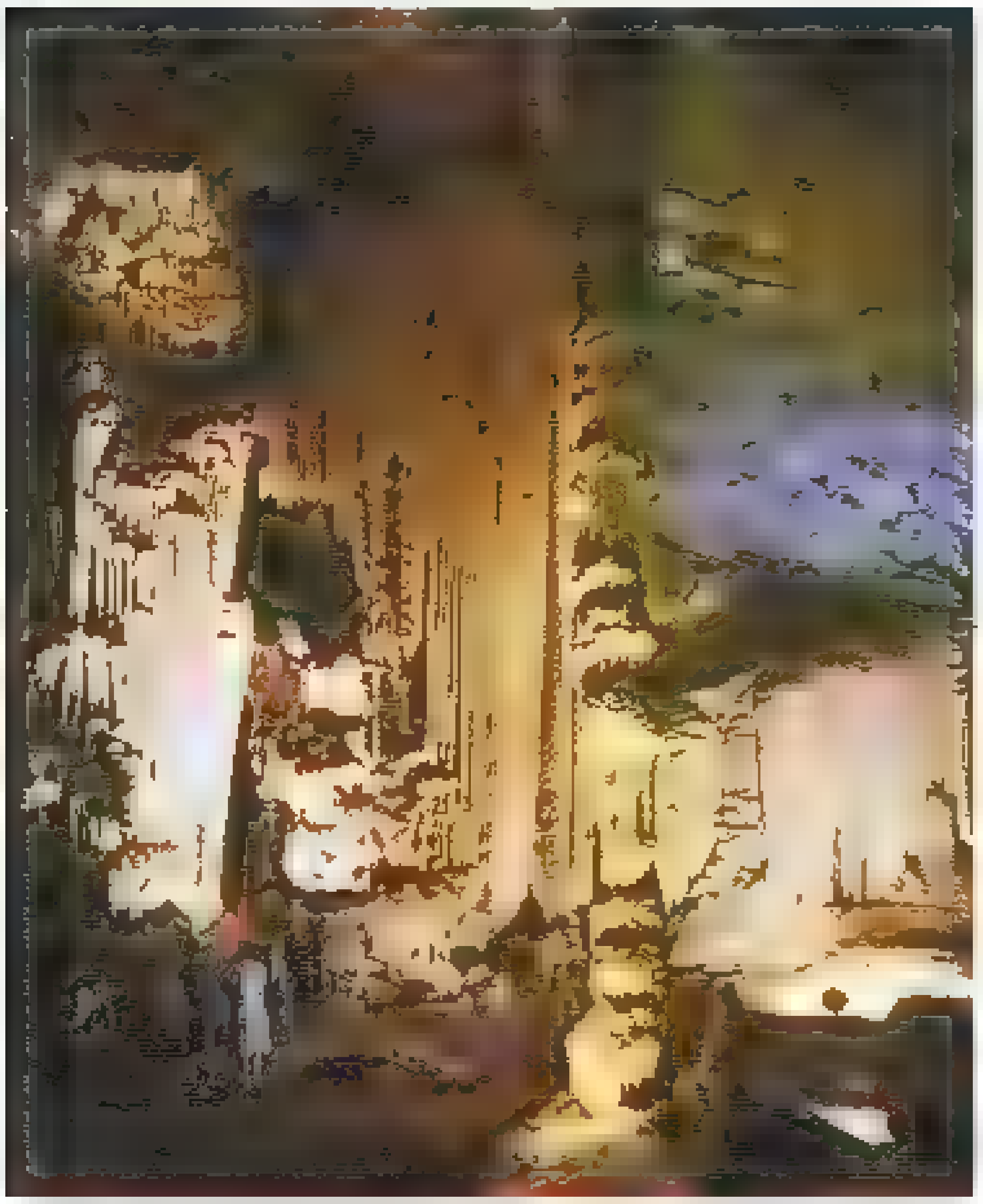
حركة الشلالات



الكهوف

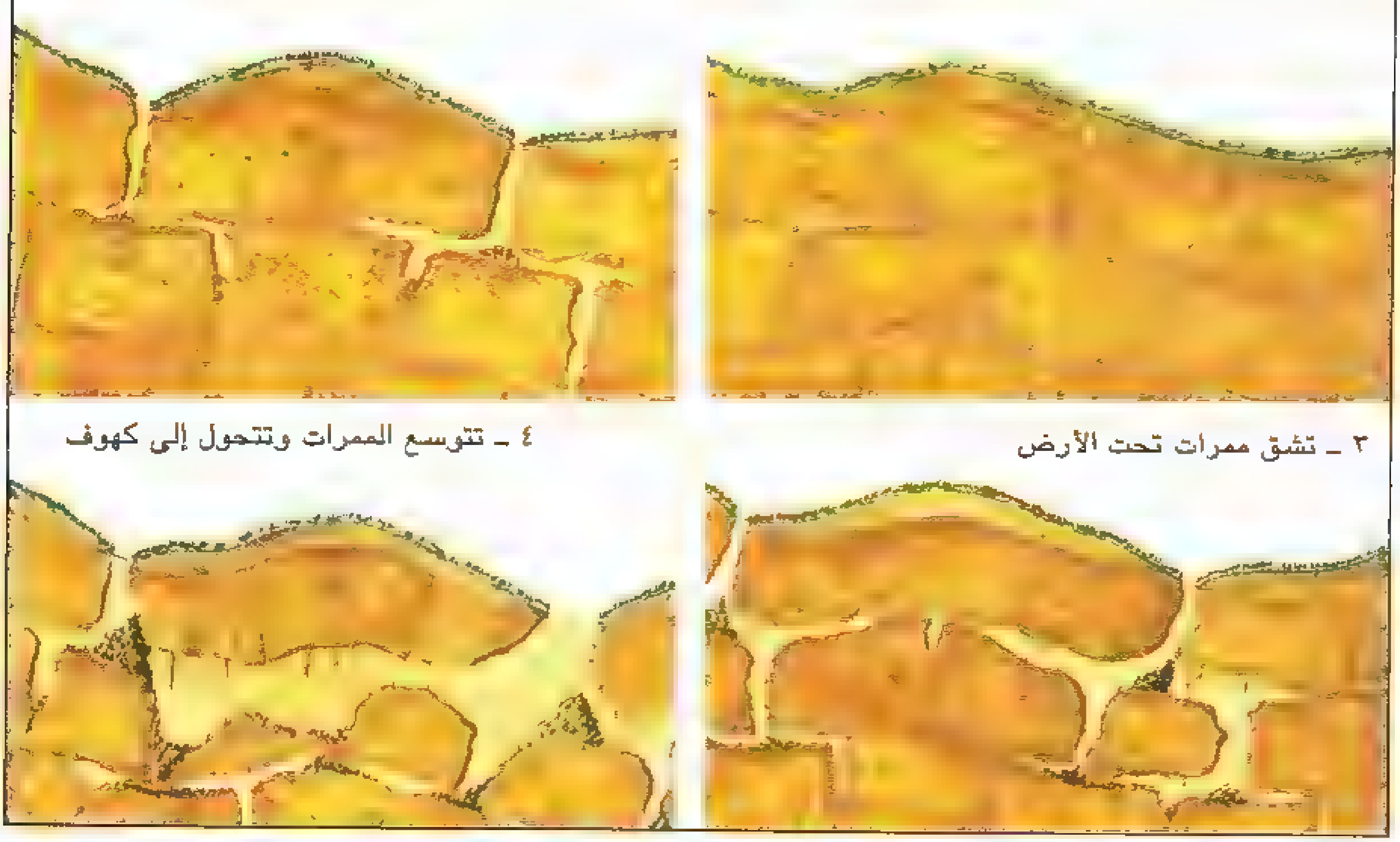
عندما يتدفّق نهر في مجرى من الصخر الجيري يتفتّت هذا الأخير مثل باقي الصخور، وتذيب المياه قليلاً من مادة كربونات الكلسيوم المتبلّرة التي يحتويها الصخر الجيري بشكل كبير. أما عملية التذويب هذه فتحدث بسبب وجود بعض غاز ثاني أوكسيد الكربون من الهواء في المياه ما يمكّنها من تجويف ممرات وفجوات تحت الأرض.

إن الكهوف التي تتكوّن تكون في الغالب جميلة. فسقفها وجدرانها تتغطّى بأعمدة من الكلسيت الأبيض. فحين تتقطّر المياه من السقف أو تسيل على طول الجدران يتحوّل الكلسيت (كربونات الكلسيوم) المحلول فيها إلى بلّورات تشكّل في تراكمها خلال عدة سنوات طبقات من الكلسيت الصلب على شكل أعمدة معلّقة، تعرف باسم الهابطات (الستالاكتيت). أما ما يصل من نقاط المياه إلى أرض الكهف، فيتحوّل بدوره إلى بلّورات الكلسيت الصلب التي تتراكم وترتفع على شكل أعمدة يطلق عليها اسم الصاعدات (الستالاغميت).



أعلى: يحتوي هذا الكهف الكلسي في أميركا الجنوبية على هابطات رائعة، وصاعدات على شكل أعمدة.

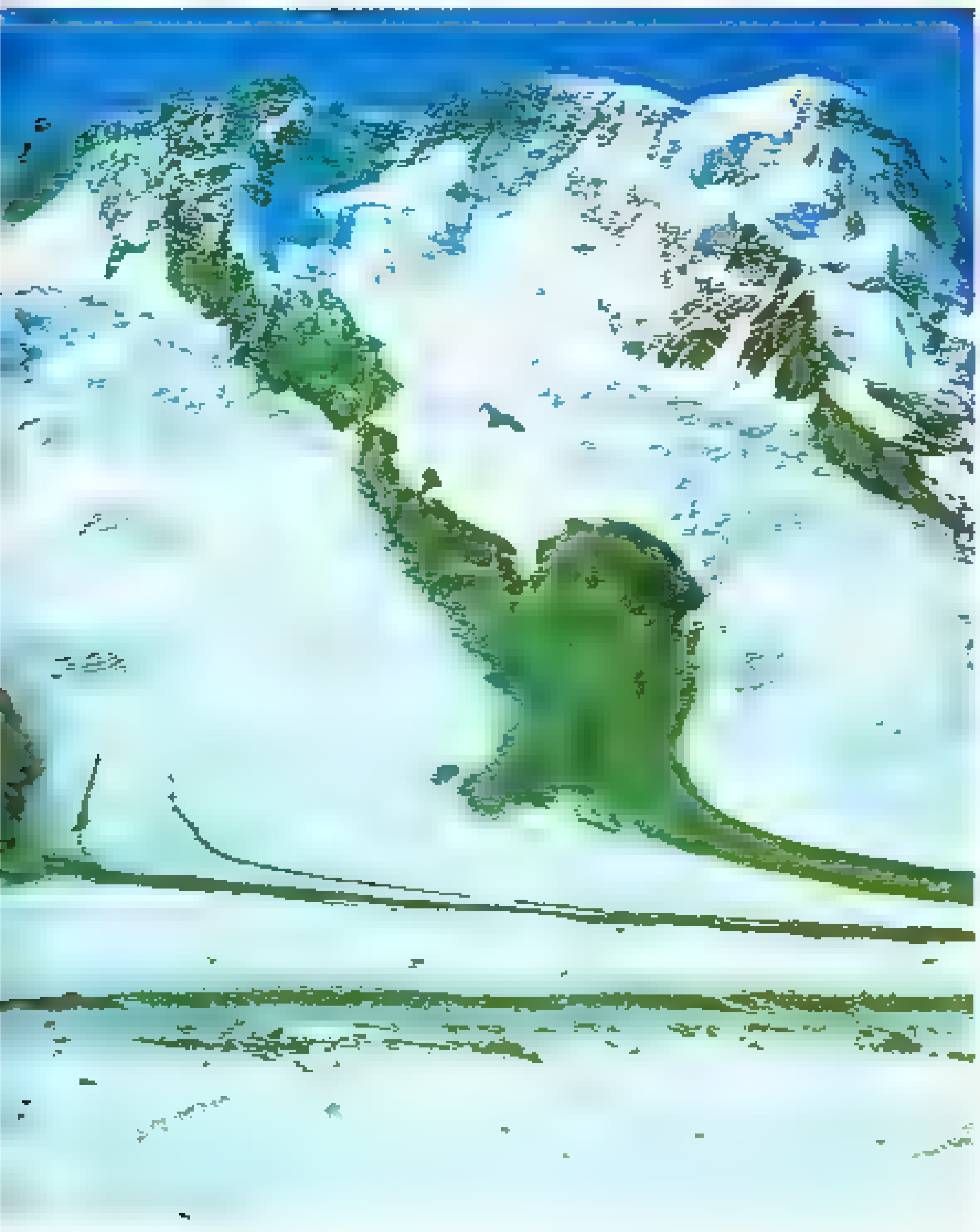
تكوّن الكهوف الكلسية



الأنهار الجليدية (المجلدات)

الأنهار الجليدية هي **أنهار** من **ثلج** وجليد، وتتشكّل بالقرب من قمم **الجبال**، أو على الأرض في جوار محيط **القطب المتجمد الشمالي ومحيط القطب المتجمد الجنوبي**. أما كتل الجليد فتنشأ من تساقط الثلوج.

تتحرك هذه الأنهار ببطء من سنتيمتر إلى ثلاثين متراً يومياً. وهي تقتلع الصخور من الأرض وتحملها إلى جانبي النهر الجليدي حتى آخره. ينتهي النهر الجليدي حيث يصبح الهواء دافئًا، ما يكفي لإذابة الجليد.



أعلى: *نهر غورنر الجليدي في سويسرا. تسمى خطوط الصخور المتكوّنة على جانبي الأنهار الجليدية وأطرافها ركاماً جليدياً.*

أسفل: *طرف غطاء جليدي.*

الأغطية الجليدية

يكوّن الثلج المتساقط على **القطبين الشمالي والجنوبي** إلى أغطية ضخمة من الجليد. وبما أن الصيف لا يذيبها كلها، تتكثف تدريجاً وتزداد سماكة سنة بعد أخرى. تغطي أغطية جليدية ضخمة القطب الجنوبي ومعظم غرينلاند، ويصل عمقها في بعض الأماكن إلى ثلاثة آلاف متر. أما الأغطية الأصغر حجمًا، والمسماة قلنسوات جليدية، فتغطي جزرًا في **المحيط المتجمد الشمالي**.

العصور الجليدية

يتغيّر المناخ العالمي على مرّ آلاف السنين، مسببًا اتساع رقعة الأغطية الجليدية وذوبانها. يظهر العصر الجليدي عندما تتسع الأغطية الجليدية. وكان آخر عصر جليدي في أوجه منذ ١٨ ألف سنة، حين غطّى الجليد المناطق الممتدة جنوبًا أبعد من البحيرات الكبرى في الولايات المتحدة وصولاً حتى الجزء الجنوبي من الجزر البريطانية والبلاد الاسكندينافية، وشمال **ألمانيا**، وشمال **بولونيا** وشمال روسيا.

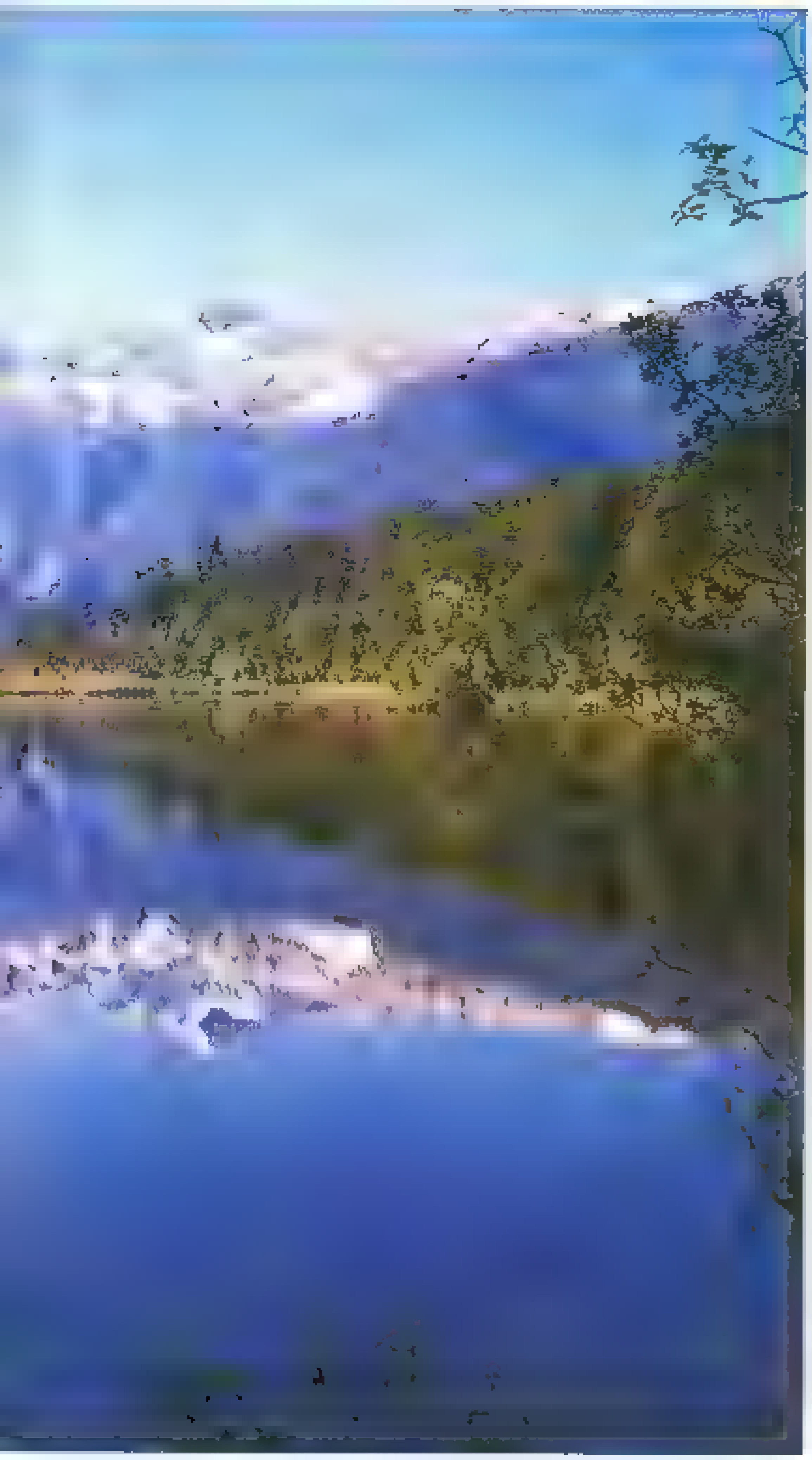
الجبال الجليدية

الجبال الجليدية هي كتل جليدية عائمة في البحر، تكوّنت حيث التقت الأنهار الجليدية أو الأغطية الجليدية بالبحر. وتنفصل عنها كتل ضخمة وتنساق مع التيار. وعلى الرغم من أن الجليد أخف من الماء، ويطفو تالياً، فلا يمكن رؤية أكثر من تسع الجبل الجليدي فوق سطح الماء، فيما تختفي الثمانية أتساع الباقية تحت السطح.

يتشكّل معظم الجبال الجليدية عند أطراف الأغطية الجليدية في غرينلاند **والقارة القطبية الجنوبية**. وتحمل تيارات المحيط الجبال الجليدية إلى المياه الدافئة حيث تبدأ بالذوبان البطيء.

أعلى: *منذ ١٨ ألف سنة وصل العصر الجليدي إلى أوجه فبلغ الغطاء الجليدي الشمالي إلى حيث هي لندن اليوم. ثم بدأ يتراجع. وصل إلى حجمه الحالي منذ ٦ آلاف سنة*

أسفل: *جبل جليدي متوسط الحجم في المحيط المتجمد الجنوبي يصل طول الجبال الجليدية في هذا المحيط إلى ٦٠ كيلومتراً.*



البحيرات والبحار الداخلية

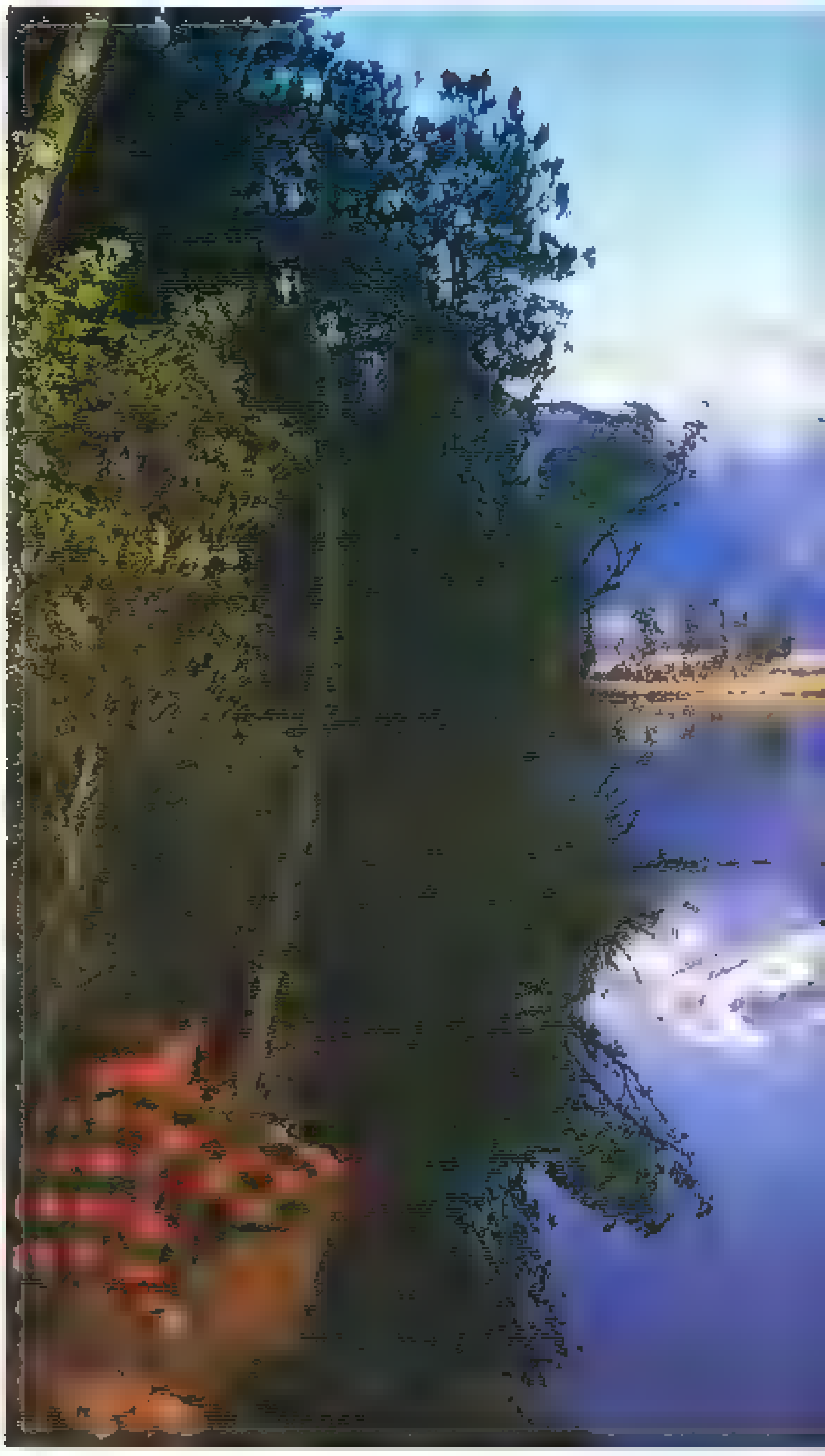
خلال رحلة نهر نحو البحر، يمر فوق تجويف في الأرض فيغمره بالمياه. وهكذا تتشكّلُ بحيرةٌ. وإذا كانت هذه كبيرة جداً سُمِّيت في بعض الأحيان بحرًا داخليًا. وأكبر هذه البحور في العالم هو بحر قزوين في آسيا، تليه البحيرة العليا في **أميركا الشمالية**. غالباً ما يتدفق نهر من الطرف الآخر للبحيرة. وإذا استمر تدفق المياه منها حافظت مياه البحيرة على عذوبتها كما على منسوبها.

ليس لبعض البحيرات منفذ، وتصب فيها الأنهار المجاورة كلها من دون أن يخرج واحد منها. مثل هذه البحيرات تتكوّن في المناطق الحارة حيث تبخّر حرارة **الشمس** الكثير من المياه، ما يؤدي إلى انخفاض دائم في منسوب البحيرات. وتعذّر تدفق المياه منها يجعل مياهها مالحة. وفي بعض المناطق تجفف حرارة الشمس بعض البحيرات في الصيف، فيتغطّى قعرها بطبقة من الملح.

معظم التجويفات التي تشكلت فيها بحيرات، حفرتها **الأنهار الجليدية**. فالبحر الميت غمر **واديًا** انكساريًا ضخمًا.

أسفل يمين: *بحيرة المياه العذبة سيفيلد في النمسا.*

أسفل يسار: *شاطىء البحر الميت المالح.*



المستنقعات والسبخات

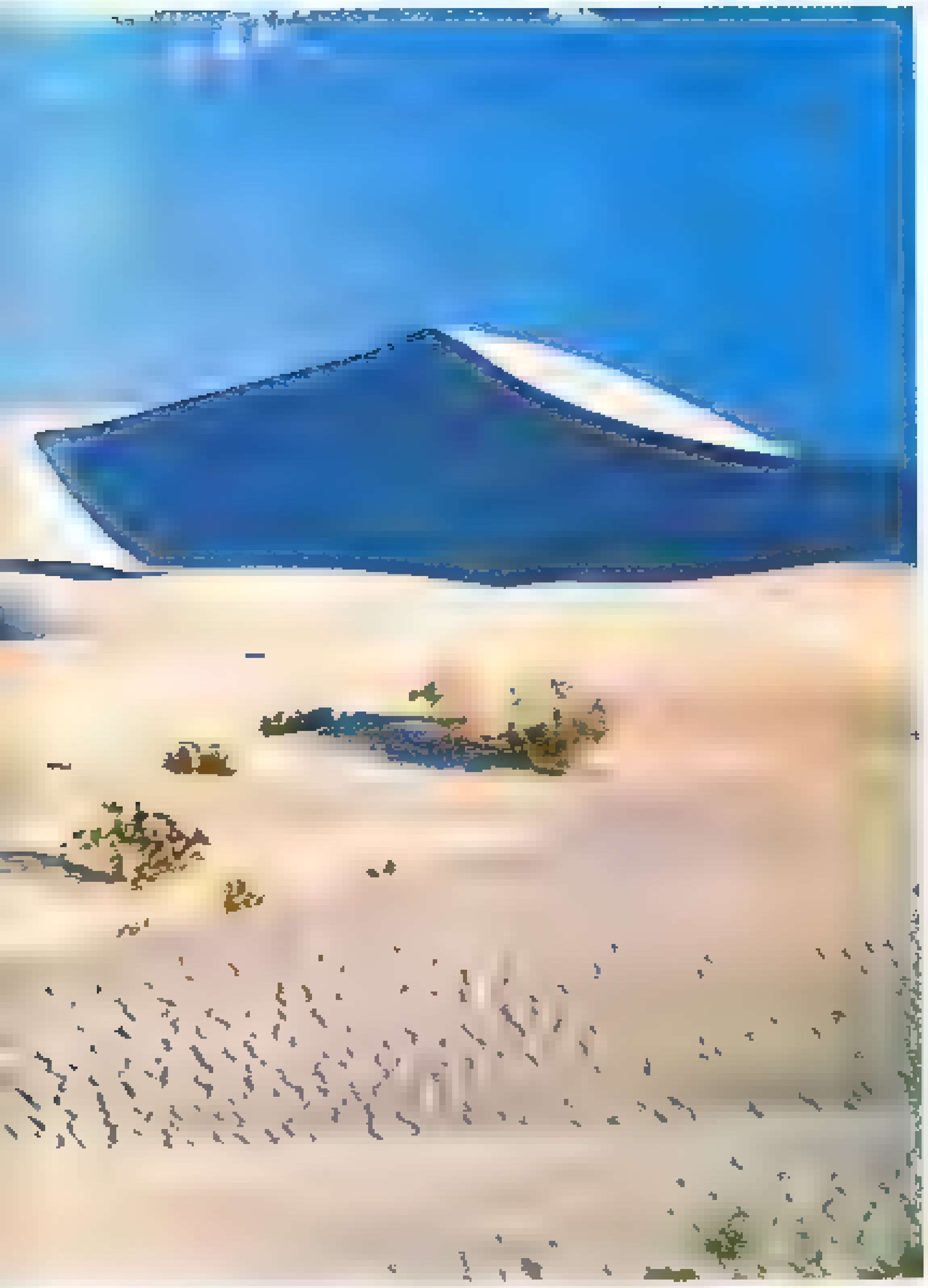
البحيرات لا تدوم طويلاً. فهي تمتلىء بالطمي تدريجاً، ويبدأ النبات بالنمو، حيث المياه ضحلة. أما **المستنقعات** فتنشأ في المساحات حيث **التربة** دائمة الرطوبة، ومكسوة بالنبات. كما تتشكّل المستنقعات في منخفضات لا تجف مياهها بسهولة، وفي الغالب تتشكّل عند مصبات **الأنهر**. أما الغابات المستنقعية فتنتشر على السواحل الاستوائية، حيث ينمو شجر كثيف التشابك في أرض رطبة.

تختلف السبخات قليلاً عن المستنقعات، إذ تغمرها طبقة خفيفة من المياه من وقت لآخر. وغالباً ما تنتشر على السواحل البحرية حيث يغمر أقصى مد لمياه البحر اليابسة قرب الشاطىء يوميًا. وهناك نوع من السبخات تنمو فيه **الطحالب**، ويبدو صلبًا ما يكفي للوقوف عليه، ولكنه في الغالب، لا يمكن أن يحمل وزن إنسان. وعبر عدة آلاف من السنين، تتحوّل الطحالب إلى خث، وتجفّ المياه تدريجًا فيتحوّل الخث إلى فحم حجري.

في بعض الأحيان، تجفّف المستنقعات والسبخات لتشكّل أرضاً زراعية خصبة.

يمين: *بحيرة في نيوزيلندا كوّنها نهر جليدي.*
أسفل: *مستنقعات إفرغلايدز في فلوريدا بالولايات المتحدة.*

١



٣

الصحارى

الصحارى هي مناطق جافة جدًا، ينمو فيها القليل من النبات بسبب ندرة هطول الأمطار. وبعض النباتات والأشجار الخفيضة الذي يعيش فيها هو من نوع النبات الذي يحتاج إلى القليل من المياه مثل الصبّار. كما أن بإمكان القليل من الناس والحيوان أن يعيش فيها.

أرض بعض الصحارى تغطيها الرمال التي تعبث بها الريح، وتصنع منها كثبانًا، وأرض البعض الآخر صخري. مناخ الصحراء حار نهارًا وبارد ليلاً. وتؤدي تبدلات الحرارة المستمرة إلى تفتيت الصخور والحجارة. وبما أن الرياح تنقل معها القطع الصغيرة جدًا لذا لا يمكن للتربة أن تتكوّن.

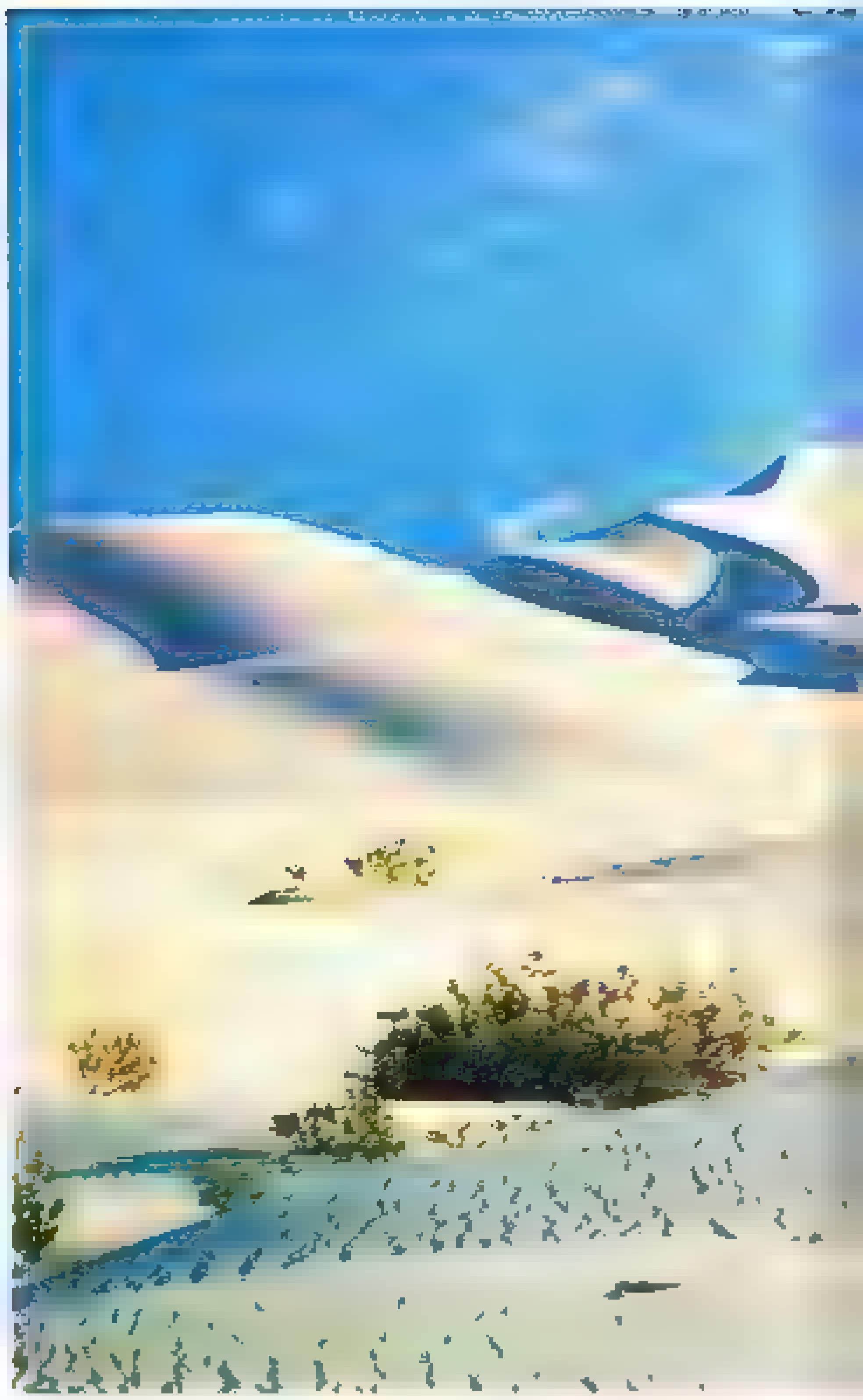
يتساقط بعض **المطر** على الصحارى خلال السنة، وأحياناً بغزارة، غير أن المياه تجري بسرعة أو تتبخّر بفعل الحرارة. وما يتخزّن من المياه تحت الأرض يظهر مجددًا على السطح في واحة.

تطوّق الصحارى الشاسعة العالم بحزامين عريضين شمال خط الاستواء وجنوبه. وهي تتكوّن عادة في المناطق حيث الضغط مرتفع.

أعلى: *مناطق الصحارى الرئيسية في العالم (بالأسود) تشكل حزامين على جانبي خط الاستواء.*

يسار: *مناظر أربع صحارٍ (١) كثبان رملية شكلتها الرياح؛ (٢) الصبّار ينمو في أريزونا؛ (٣) عظام مبيضّة ملقاة في صحراء استراليا؛ (٤) جزء صخري من الصحراء الكبرى.*

٢



٤

الفيوردات

الفيوردات أجزاء مائية طويلة وضيّقة، محفورة في **الشاطىء**. غالباً ما تتقدم وتتراجع وتمتد على مسافة كيلومترات كثيرة.

تشكّلت الفيوردات في **العصر الجليدي** عندما حفرت **الأنهار الجليدية** أودية عميقة في طريقها إلى البحر. واليوم اختفت هذه الأنهار وغمر البحر الأودية. تنتشر الفيوردات على طول سواحل **النروج**، و**كندا**، و**الأسكا**، و**تشيلي** و**نيوزيلندا**.

أعلى: *«نايروفيوردن» واحد من أجمل الفيوردات على طول الساحل النروجي.*

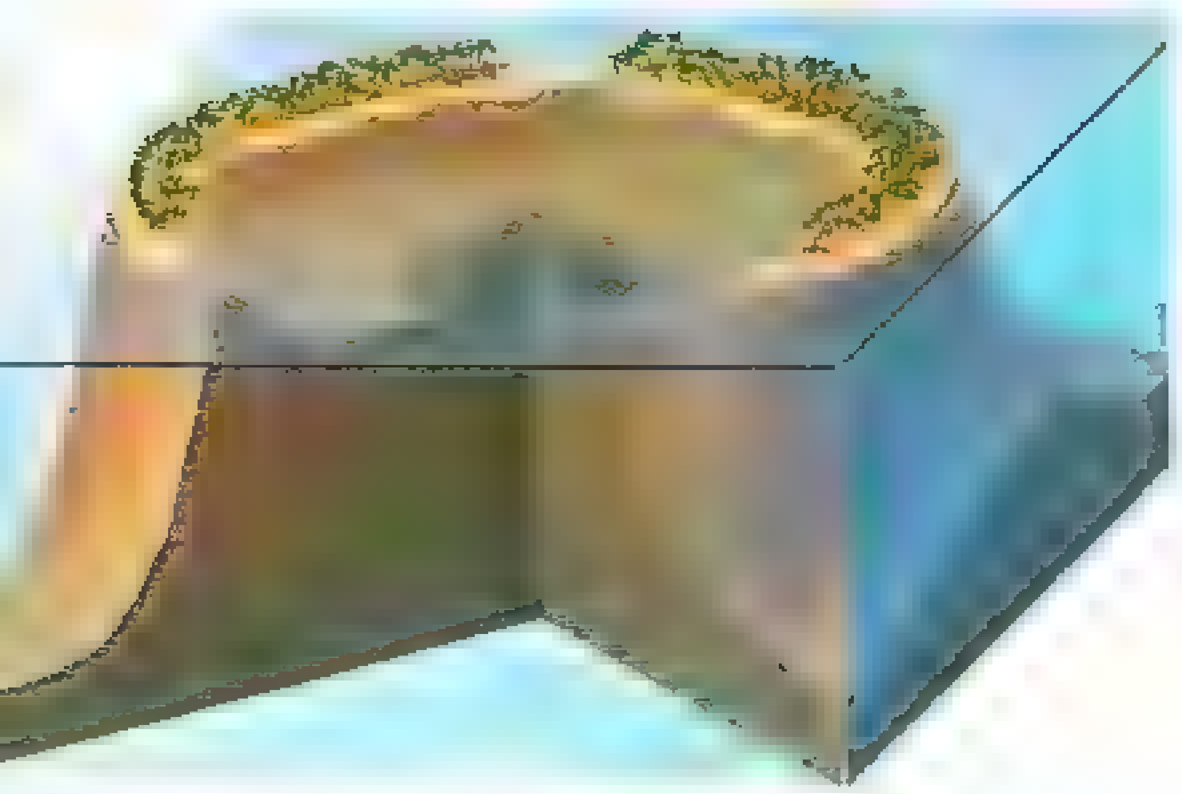
السواحل

تشكل السواحل الحد الفاصل بين البر والبحر، وثمة أنواع مختلفة منها. فبعضها شواطىء ملساء رملية أو حصوية حيث المياه ضحلة. وقد تشكلت هذه الشواطىء نتيجة حركة **الموج** التي تفتت الصخر، مع العلم أن معظم رمال الشواطىء تنقله **الأنهار** معها في طريقها إلى البحر.

لا تتكوّن الشواطىء حيث المياه عميقة على طول الساحل. ويتوقف شكل الساحل على نوعية **صخوره**. فإذا كانت موزّعة بين لينة وصلبة، فمن البديهي أن تتفتت الصخور الليّنة بسرعة أكبر، وعندها تتكوّن خلجان صغيرة، وجزر صغيرة، وقبب صخرية. أما إذا كانت صخوره من نوع واحد فيتكوّن جرف صخري أملس. وإذا كانت صخور الجرف ليّنة تحفر الأمواج في الصخر عند أقدام الجرف وتبدأ قطع منه بالسقوط. ومع مرور السنين، يتغيّر شكل الساحل.

في بعض المناطق، ينتشر الطمي الذي تحمله الأنهار على طول الساحل ما يؤدي إلى تراجع البحر. ففي جنوب شرق بريطانيا، تراجعت عدة موانىء قديمة زهاء ثلاثة كيلومترات إلى داخل اليابسة.

يسار: *«بيكتشورد روكس» جزء من الساحل في الولايات المتحدة. أكل البحر من الجرف فتساقطت الصخور فيه. تكوّن حركة الموج أحياناً كهوفاً.*



الجزر

إن الجزر التي قرب سواحل القارات، هي في الغالب الجزء العائم من جبال وهضاب متصلة بالأرض الأم، والمياه المحيطة بها هي غير عميقة كثيراً. أما الجزر الواقعة في وسط المحيطات وحيث المياه عميقة للغاية، والمسمّاة غالباً الجبال البحرية، فهي قمم براكين ارتفعت من أرض المحيط.

تتكوّن سلاسل من الجزر في وسط المحيط، حيث تتحرك متباعدة الألواح تحت الأرض، ما يسمح للحمم بالانطلاق من أسفل لتشكل الجزر.

الجزر المرجانية

تتكوّن الشِعَب المرجانية من الحيوانات الصغيرة تحت المياه على طول السواحل وحول الجزر. وهذه الحيوانات تعيش في تجمعات ضخمة. وتكوّن الملايين من هياكلها العظمية شعَباً من الصخر الكلسي. وتتكوّن جزيرة مرجانية عندما تغطي الرمال والتربة هذه الشعَب. هذا مع العلم أن المرجان ينمو فقط وفق شروط معينة تتعلّق بالعمق والضوء والدفء.

الجزيرة المرجانية هي شِعْبٌ على شكل خاتم، تحتوي في وسطها على هَور من المياه الساكنة. وهي تتشكل عندما تغوص جزر ذات شِعَب حولها في الماء.

أعلى: *تُشكّل الشِعَب المرجانية حلقات حول جزيرة، أو خطوطاً قرب ساحل. وترتفع من قعر البحر إلى السطح. ثم تغطي الرمال والتربة هذه الشعَب وينمو الشجر عليها مكوناً جزيرة مرجانية أحياناً تغرق الجزيرة وخاتم الشِعَب الذي يطوّقها إلى القعر. إلاّ أنّ الشِعَبَ تعود وتنمو ثانية لتصل إلى السطح. الجزيرة المرجانية هي جزيرة على شكل خاتم من المرجان.*

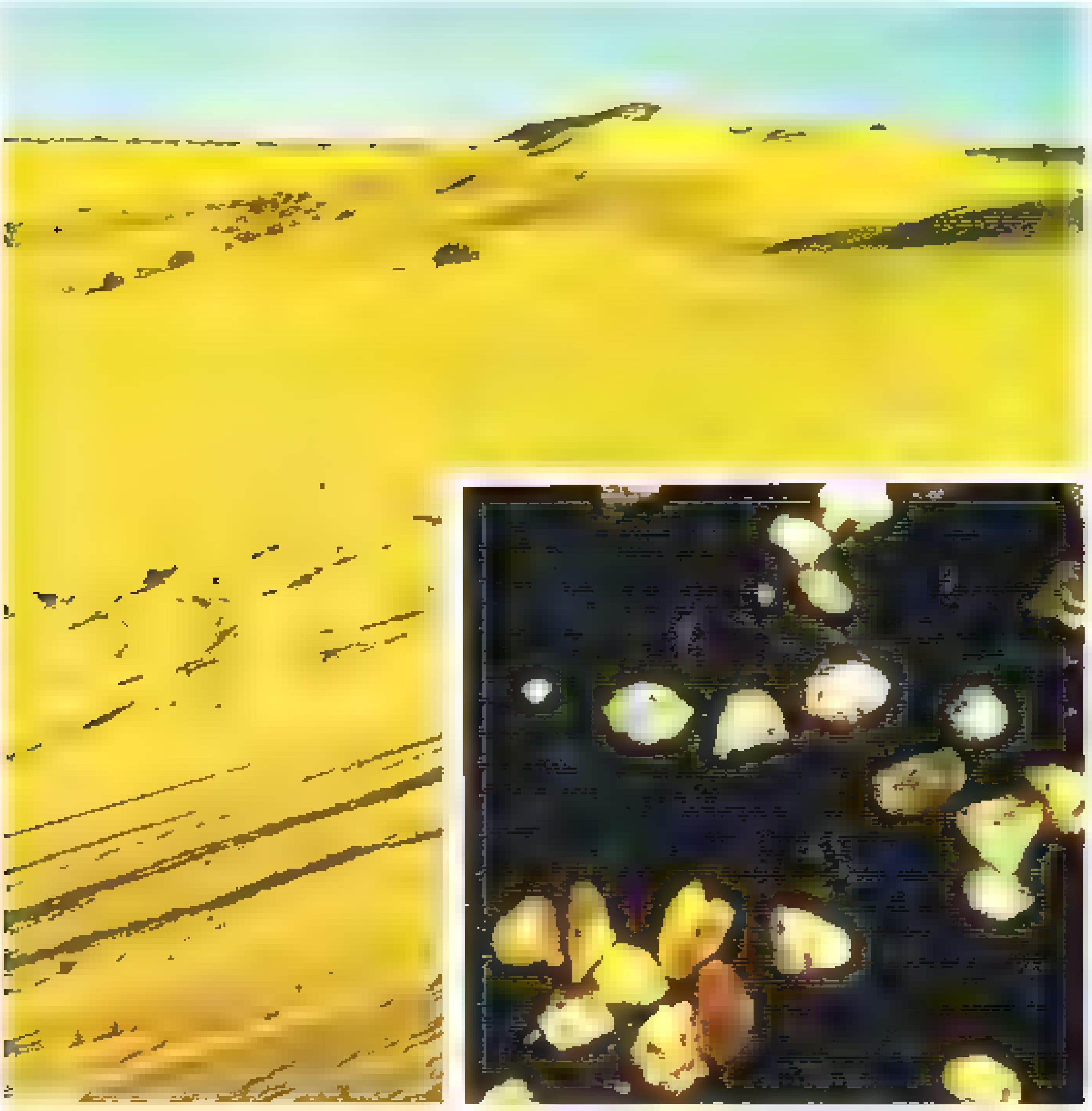
أسفل: *جزيرة مرجانية جميلة في ماليزيا.*

الصخور والمعادن

تتكوّن الأرض من **الصخور** إلى جانب **الهواء** والماء والأشياء الحية. وكذلك **الكواكب** و**القمر**. ولقد أحضر رواد الفضاء معهم صخورًا من القمر، فبدت شبيهة بصخور الأرض.

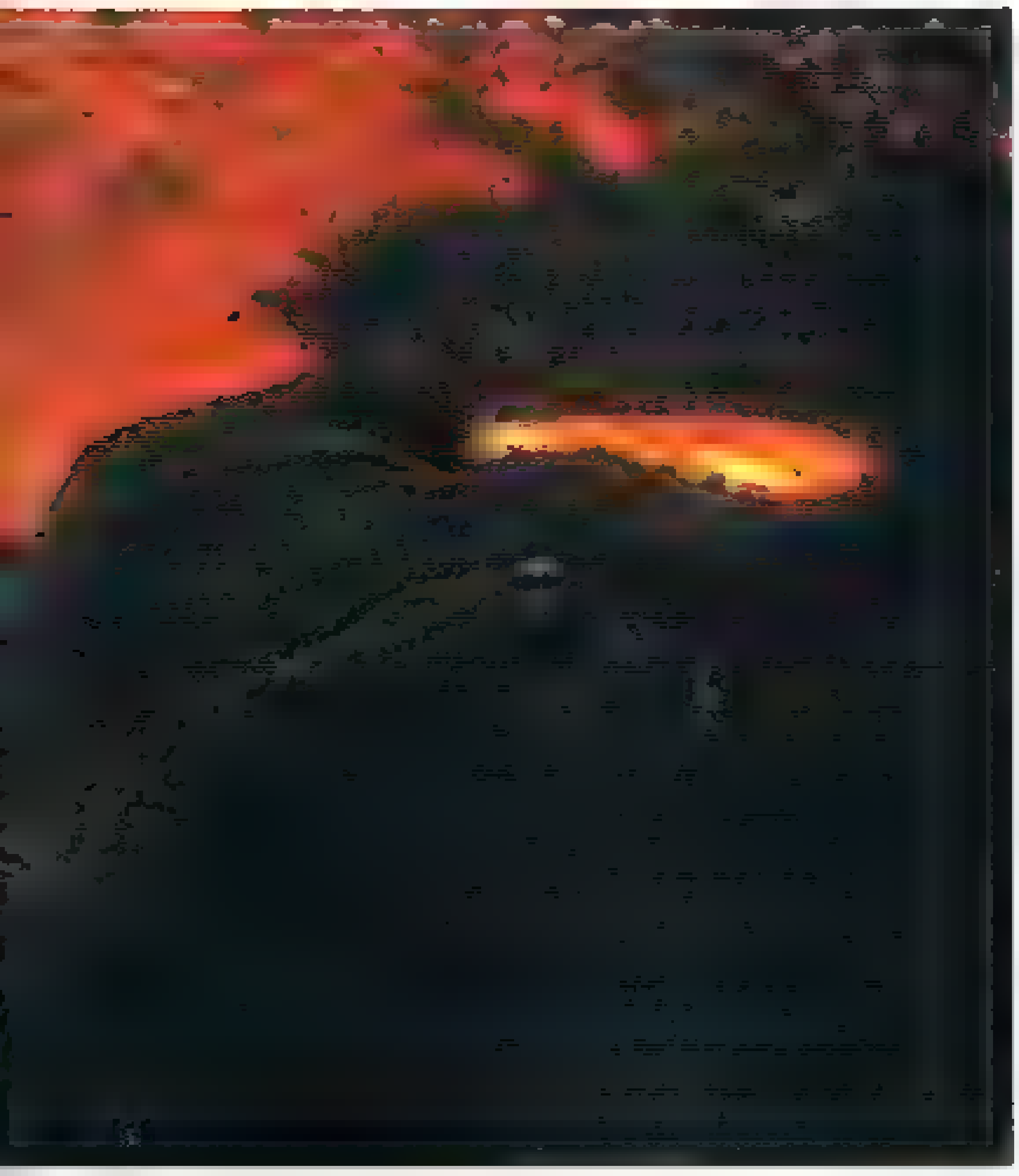
تتكوّن الأرض من أنواع مختلفة من الصخور والمعادن. أما المعادن فهي المركّبات الكيميائية الموجودة في الصخور. فالكلس مثلاً هو من الصخور المعروفة، ومعظمه مكوّن من معدن يدعى الكلسيت. وكذلك الغرانيت هو أيضاً من الصخور المعروفة، ويحوي ثلاثة أنواع من المعادن. الفِلسْبار والكوارتز والميكا. أما الخام فهو صخور تحتوي على معادن تفيد الناس.

بعض الصخور كالغرانيت، صلبٌ جداً، ولا يتآكل بسرعة تحت تأثير عاملي المياه والطقس. أما الأحجار القليلة الصلابة مثل الحجر الرملي فتتفتّت بسهولة أكبر.



أعلى: تحوّل حركة الموج الصخور إلى حصى (يمين) وحبوب رملية (يسار الصورة وداخلها).

أسفل يمين: تظهر طبقات الصخور تحت الأرض في الجرف على الساحل والأخاديد. بعض الطبقات متساوٍ والبعض ناتيء.



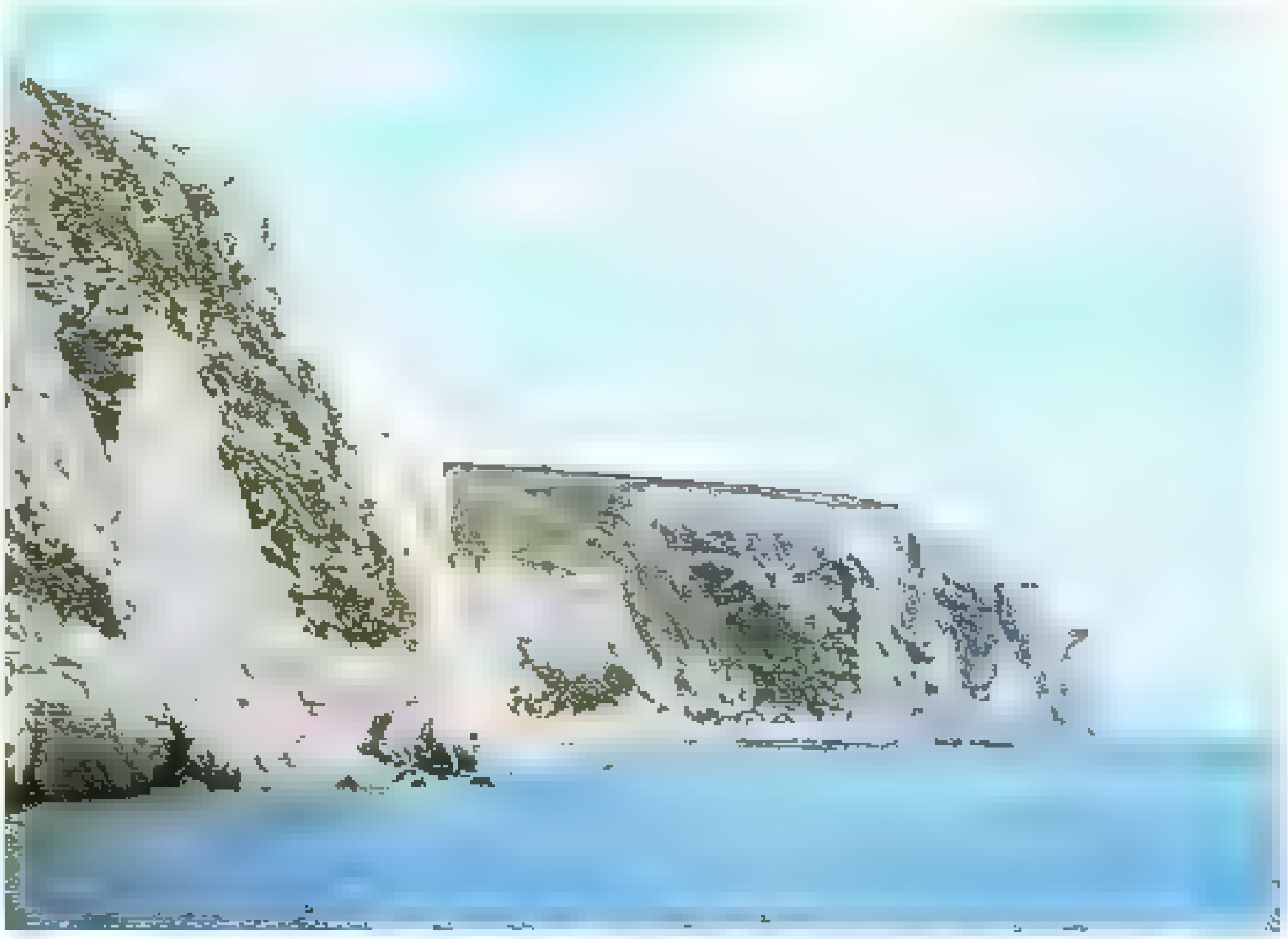
الصخور

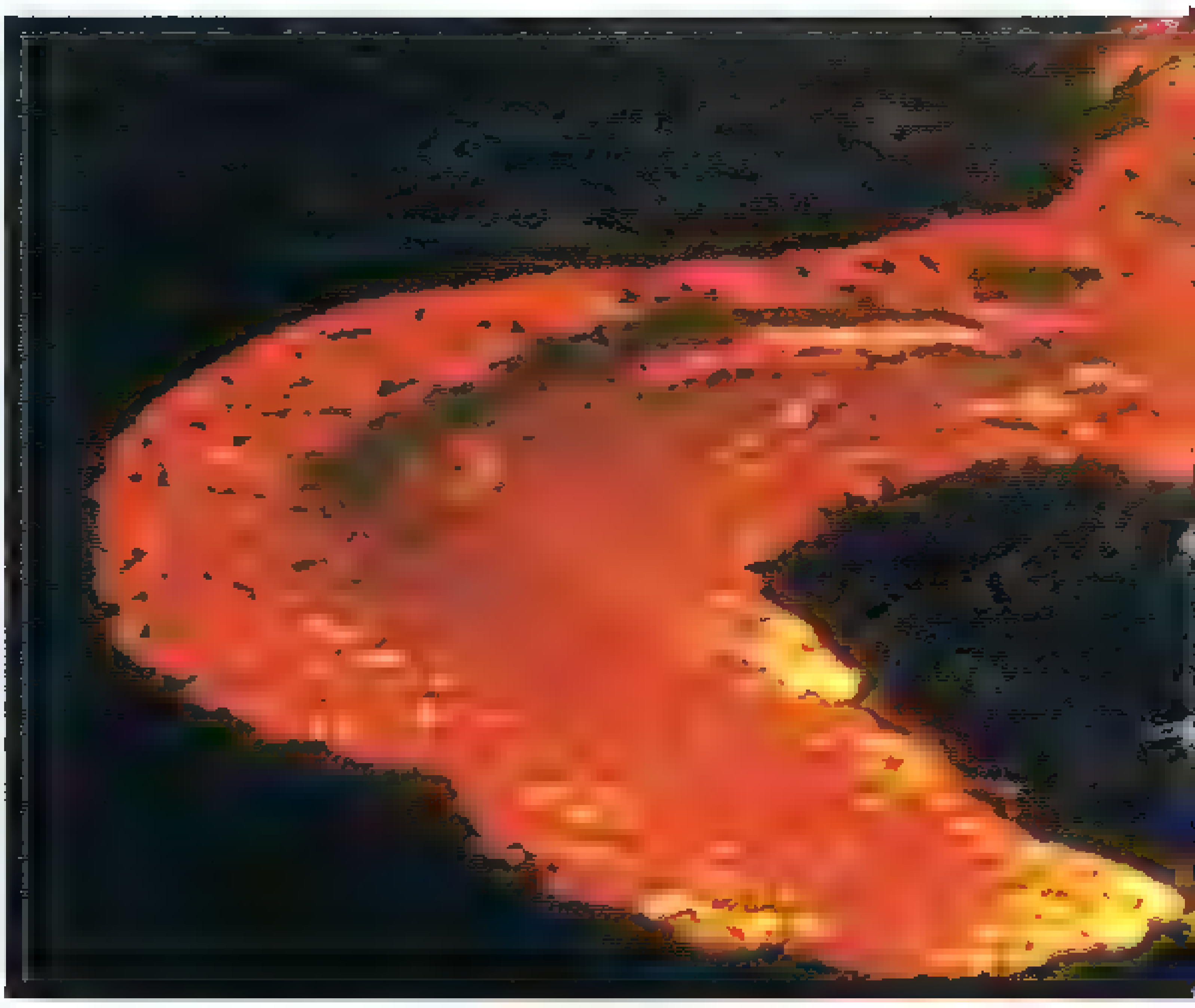
هناك ثلاث مجموعات رئيسية من الصخور في العالم. يستطيع الجيولوجيون ـ علماء يدرسون تكوين الصخور ـ التمييز بينها من خلال شكلها. المجموعة الأولى تسمى الصخور النارية، وهي تتكوّن عندما يبرد الصخر السائل الحار ويغدو صلبًا، وتضم الغرانيت والبازلت. أحيانًا يتكوّن البازلت على شكل أعمدة سداسية الجانب. إن أدراج «جاينت كوزواي» في إيرلندا الشمالية، هي رؤوس أعمدة من البازلت.

المجموعة الثانية تسمى الصخور الرسوبية، ومعظمها يتكوّن من طبقات من جزيئات صخرية صغيرة تعرف باسم الطبقات الصخرية. فمع مرور الزمن، تتراكم الجزيئات مضغوطة وتتحوّل إلى صخر رسوبي.

أما الجزيئات فتنشأ نتيجة تأثير الطقس أو الماء على الصخور. وبعض الحبيبات الرملية المكوّنة بهذه الطريقة، يتراكب مضغوطًا ليكوّن حجرًا رمليًا. الطَّفْلُ هو صخر رسوبي آخر تكوّن من طبقات من الطمي والطين.

أسفل: *الجرف البيضاء في «دوفر» على الساحل الجنوبي لبريطانيا، مكوّنة من الطبشور. وهي كناية عن صخور رسوبية تكوّنت تحت البحر.*





الكلس والطبشور، هما من الصخور الرسوبيّة، غير أن جزيئاتها مكوّنة في معظمها من الحيوانات وليس من الصخور. ففي عصور ما قبل التاريخ، قضت ملايين من المخلوقات البحرية وغرقت إلى القعر حيث بدأت تتراكم طبقات من هياكلها العظمية وبقاياها. ومع مرور الزمن التحمت هذه الطبقات وتحولت إلى صخور ما لبثت أن عامت على سطح الماء في أماكن عدة، وأصبحت أرضاً يابسة.

المجموعة الثالثة، هي الصخور التحوّليّة.

إن الصخور من أي نوع كانت، تتحوّل تحت تأثير الحرارة والضغط في باطن الأرض إلى صخور مختلفة. فالكلس يتحول إلى رخام، والطَّفل إلى أردواز مثلاً.

أعلى: *الصخور النارية أساسها صخر سائل حار تحت الأرض، يبلغ السطح عبر الحمم الثائرة (يمين). أحياناً عندما تبرد الصخور تتكسّر مكوّنة أعمدة ضخمة كتلك التي في «ديفلز بوستبايل» في كاليفورنيا، بالولايات المتحدة (يسار).*

يمين: *مقلع رخام، وهو صخر تحوّلي.*

المعادن الثمينة

عندما تتكوّن **الصخور** تكون المعادن فيها دائماً تقريبًا مؤلّفة من بلّورات متناسقة وهذه هي قطع من معدن ذات أوجه مسطحة وأطراف منتظمة. فبلورات الكوارتز (المرو) موجودة في أنواع مختلفة من الصخور، وهي غالباً ما تكون بلا لون وشفافة، ولها أوجه بستة أطراف.

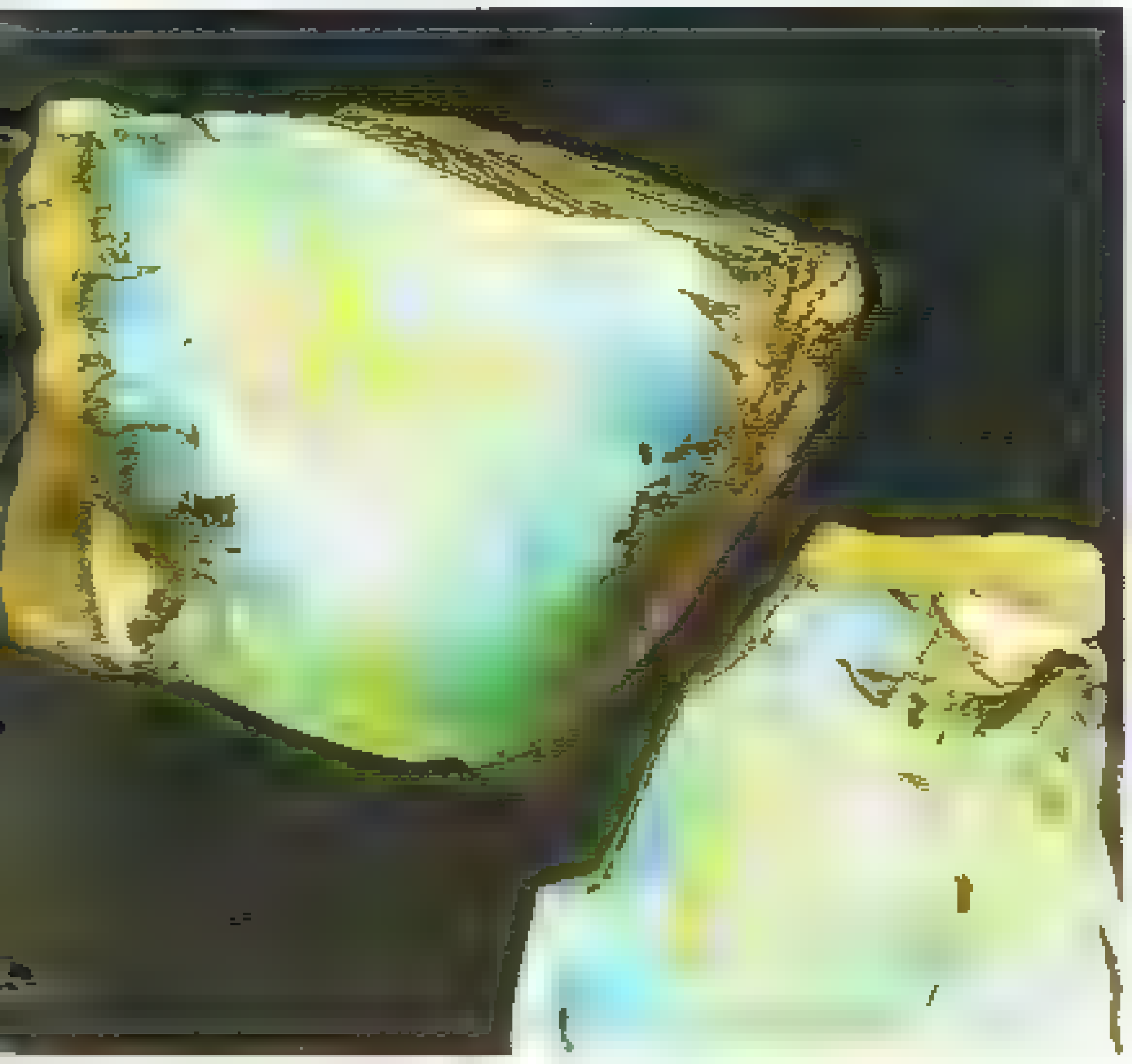
كثير من البلورات الشفافة يُستخدم كجواهر، يقوم الصاغة عادة بقطعها وصقل وجهها. أشهر الحجارة الكريمة هو الماس الذي يتكوّن في باطن الأرض من الكربون الأسود بفعل الضغط الجبّار، والحرارة المرتفعة. أما الياقوت، وهو بلّور أحمر، والسفير، وهو بلّور أزرق، فيتكوّنان من معدن الكوروندوم، وقليل من مواد أخرى تشكّل لونهما. والزمرد يتكوّن من تشكيلة خضراء من معدن البريل. وثمة معدن مهم وشبه كريم ويدعى «بلوجون»، وهو تشكيلة أرجوانية من حجر الفلورسبار، ولا يتوافر سوى في دربيشاير ببريطانيا وفي **اليابان**.

هذه المعادن كلها ثمينة لأنها جميلة ونادرة. الجَمَشْت هو حجر أحمر ـ أرجواني جذاب من مجموعة الكوارتز ومتوافر بكثرة.

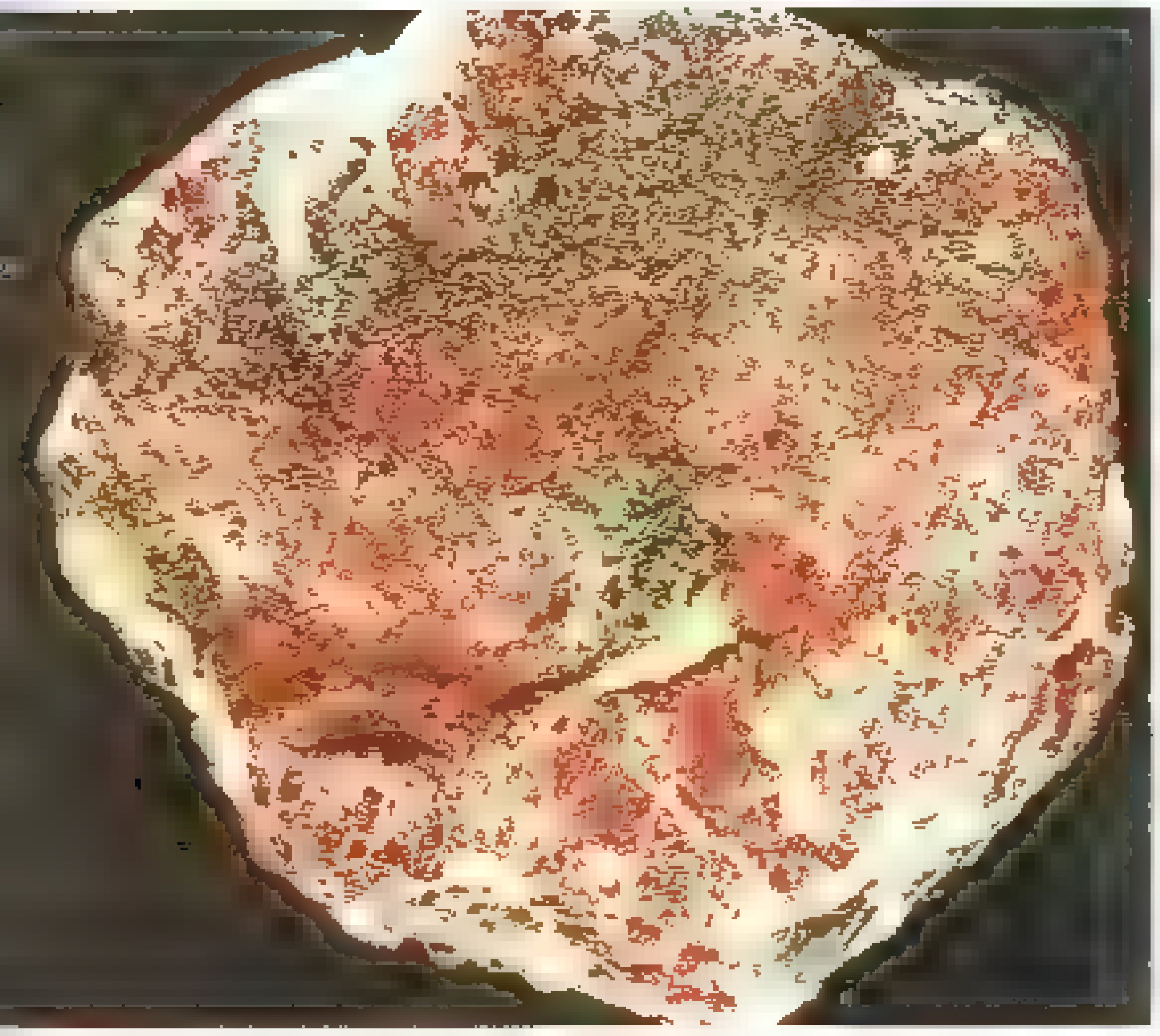
ليست الأحجار الكريمة كلها صافية وتومض بالألوان. فاليَشْم هو حجر كريم غير شفاف، تكمن قيمته في لونه الأخضر الجميل. وللأوبال بنية داخلية فريدة، لونه أبيض لبني أو أزرق مائل إلى السواد، لكنه يتلألأ بالألوان، ويتكوّن من السيليكا.

تتوافر المعادن الكريمة دائماً على شكل بلورات صغيرة أو عروق (طبقات رقيقة) في الصخور المعروفة. ويحتوي بعض الصخور على كتل أو عروق من المعادن الثمينة. وأشهر هذه المعادن الذهب، الذي غالباً ما يستعمل كشكل من أشكال **النقد** (عملة) ويخزن في المصارف. أما الفضة فمعدن ثمين آخر ويستعمل كالذهب في صنع الجواهر.

١

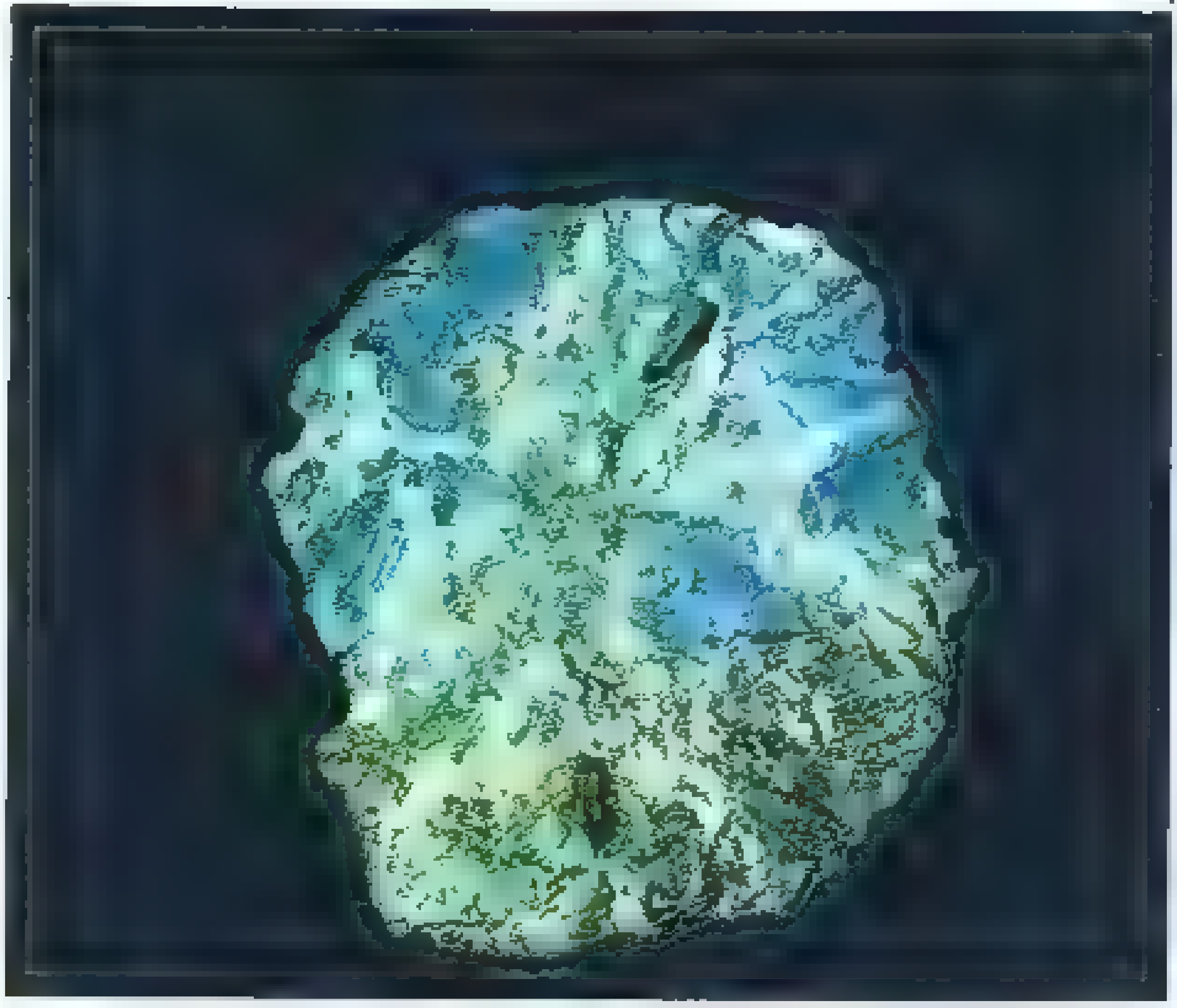


٤

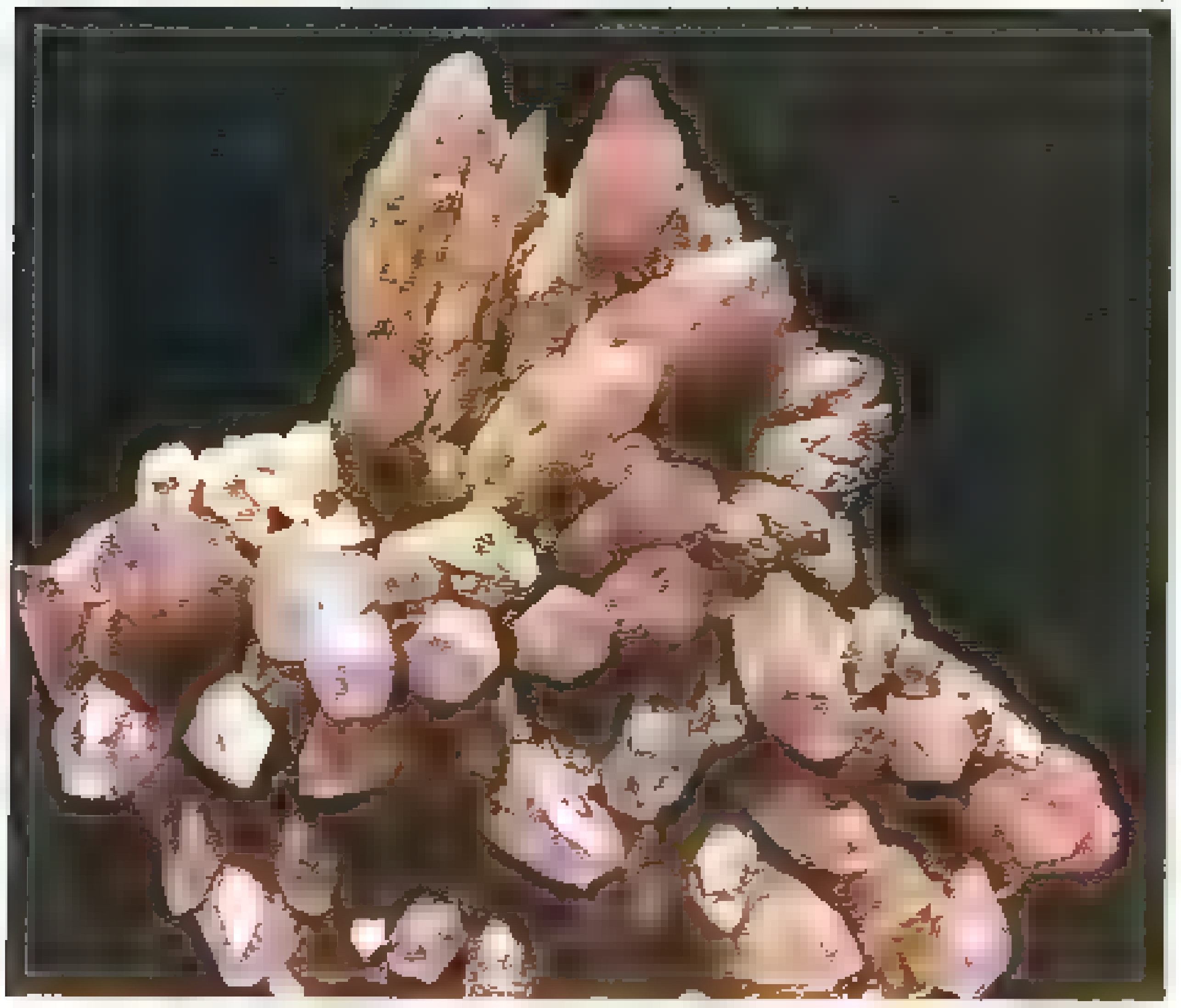


هناك زهاء ثلاثة آلاف نوع من المعادن. أوبال (١) قيمته في أنه يعكس ألوان قوس قزح عندما يقلب. السفير (٢) حجر كريم، أزرق داكن. الجمشت (٣) أرجواني مكوّن من الكوارتز. الياقوت (٤) ويعرف من لونه الأحمر. الماس (٥) وهو أصلب مادة طبيعية. الفضة (٦) والذهب (٧) وهما معدنان حديديان. غالباً ما نجد الذهب على عروق. الزمرد (٨) ويبدو هنا مع بلورات كلسيتية.

٢

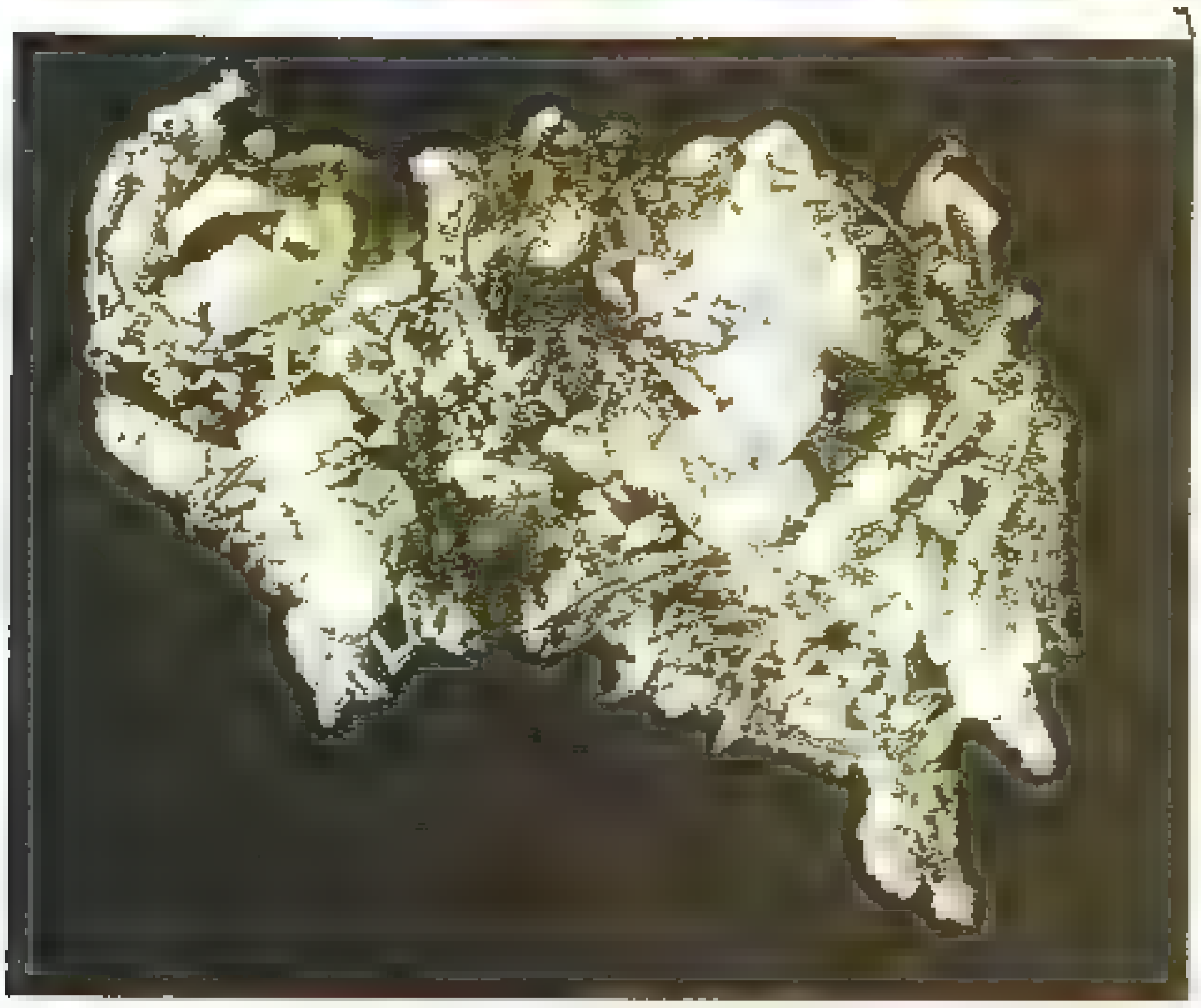


٣



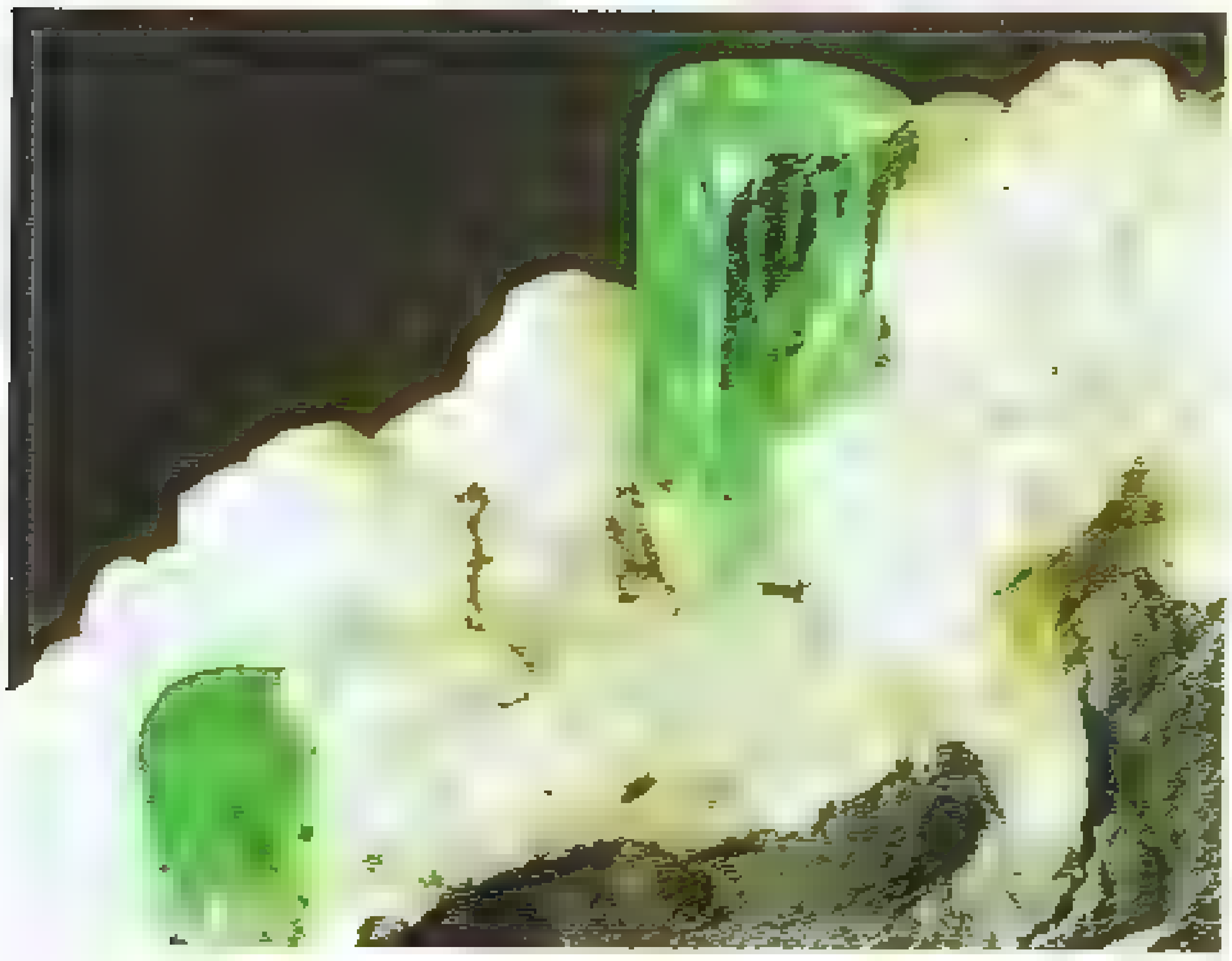
٥

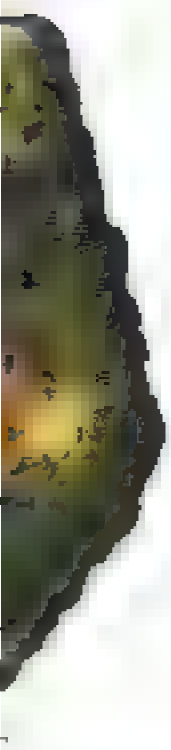
٦

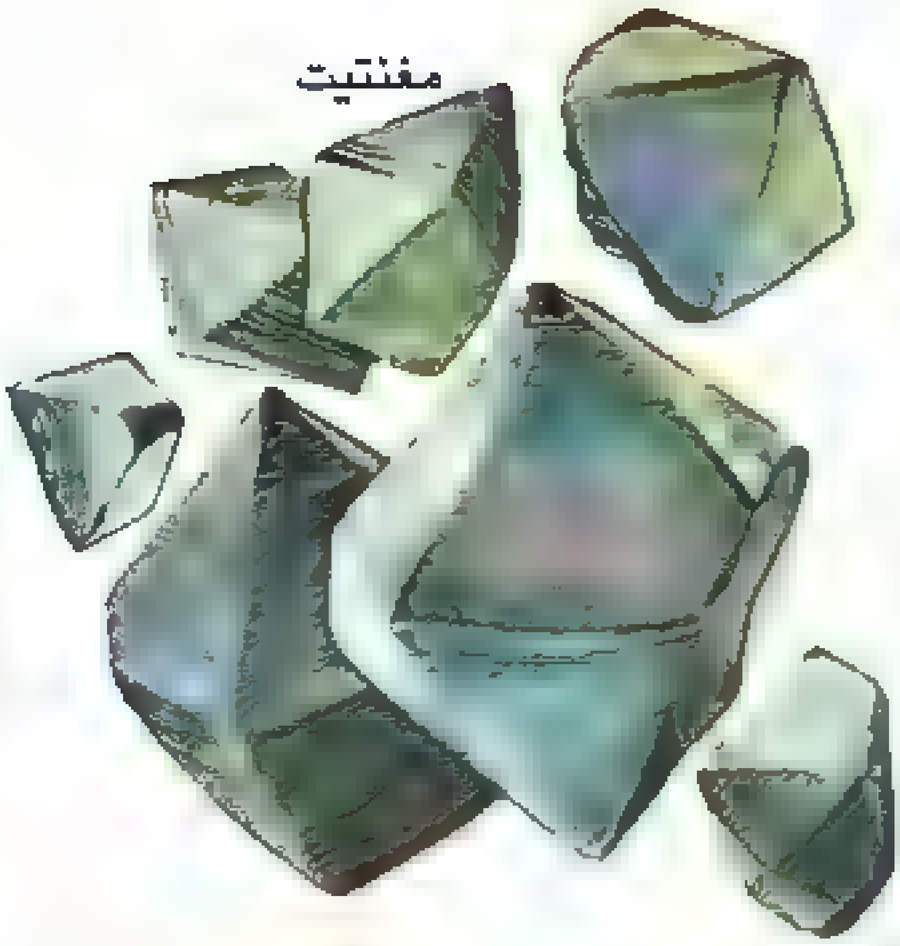


٧

٨







مغنتيت

المعادن المفيدة

يحفر الإنسان المناجم لاستخراج أنواع كثيرة من المعادن من الأرض. قيمة **المعادن الثمينة** في جمالها وندرتها، غير أن كثيراً من المعادن الوافرة قيِّمة لأنها مفيدة لنا. فحجارة الكلس والبازلت تقتلع من المقلع لتستخدم في البناء وفي صناعة مواد الطرق. كما يستخدم **الصلصال** في صناعة **القرميد**، والكلس والجبس في صناعة الإسمنت والطين، ويستعمل **الفحم الحجري** لتوليد الحرارة والكهرباء. أما **النفط** فيستخدم بكميات كبيرة كوقود، وله استعمالات كثيرة أخرى.

تستخرج صخور الفوسفات ومعادن النترات من المناجم لصناعة **الأسمدة** التي تساعد المحاصيل على النمو.

الأسبستوس هو معدن مؤلف من كتل من الألياف وتُصنَع من أليافه ملابس مقاومة للنار والحرارة لأنها مكوّنة من معدن لا يحترق. وللكوارتز فوائد في الأدوات الكهربائية. والكبريت من المواد الأولية الموجودة في الأرض ويستعمل في **الصناعات الكيميائية**.

غرافيت

سنابار

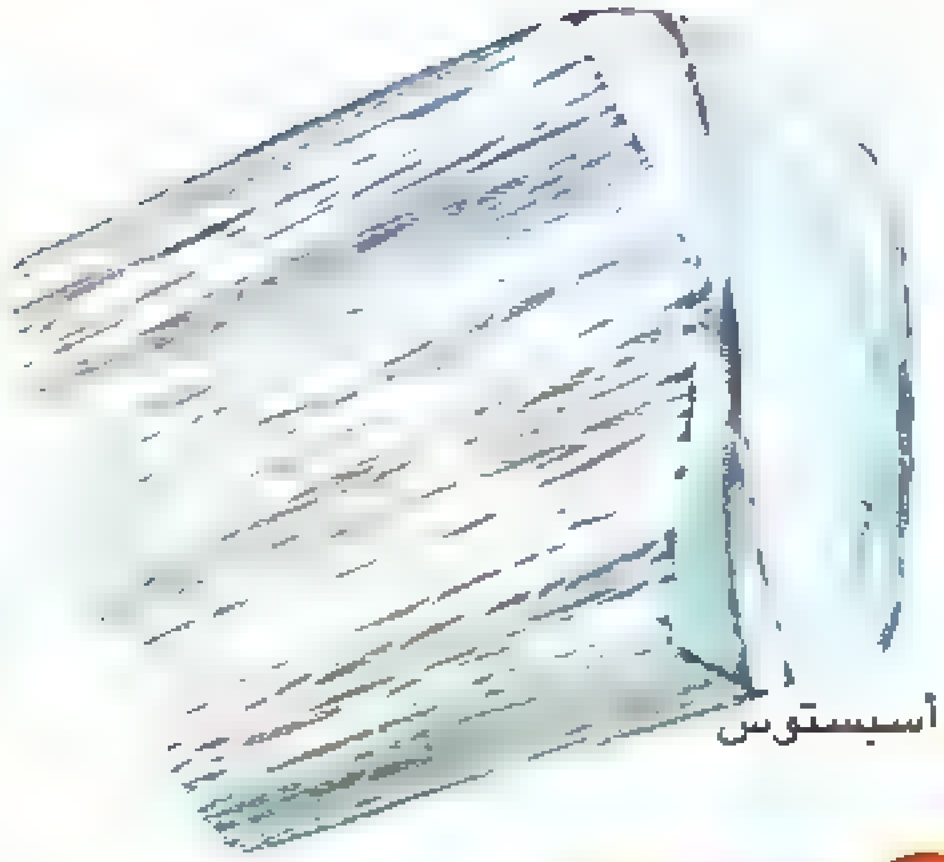
للمعادن الثمينة فوائد غير الزخرفة. فالماس والكورندوم من المعادن الصلبة جداً، ويستخدمان في صناعة أنواع خاصة من المثاقب والسواحج للتنظيف والصقل. كما يستخدم بعض أنواع المعادن الثمينة في الآلات الكهربائية لأنها موصلة جيدة للكهرباء. وبما أنها لا تصدأ أو تتآكل تستخدم في صناعة قطع لمعدات تستعمل في **طب الأسنان والجراحة**.

يحتوي بعض أهم الموارد المعدنية على معادن مفيدة. ويجب أن تعالج هذه الموارد للحصول على المعادن. ومن أكثر المعادن استعمالاً **الألومينيوم والحديد. فالألومينيوم** يستخرج بمعالجة البوكسيت بالكهرباء. أما الحديد فيصنع عن طريق تسخين الهيماتيت والمواد المعدنية الأخرى في أفران التيارات الهوائية. والحديد مهم لأن الفولاذ المتعدد الاستعمالات في الصناعة مصنوع منه.

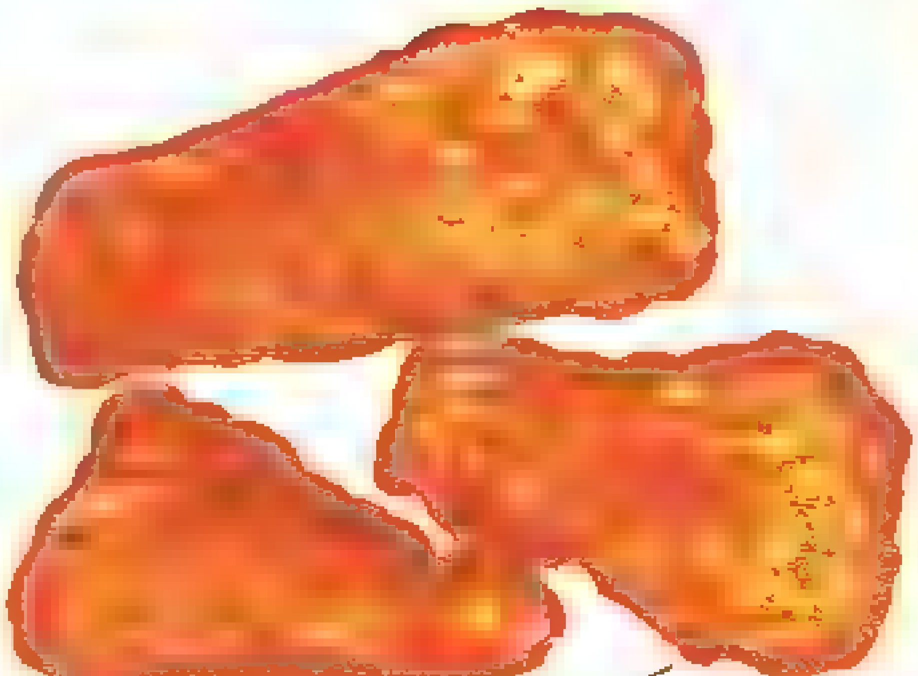
فلوريت

هاليت (الملح الصخري)

بتشبلند


أسبستوس

غالينا

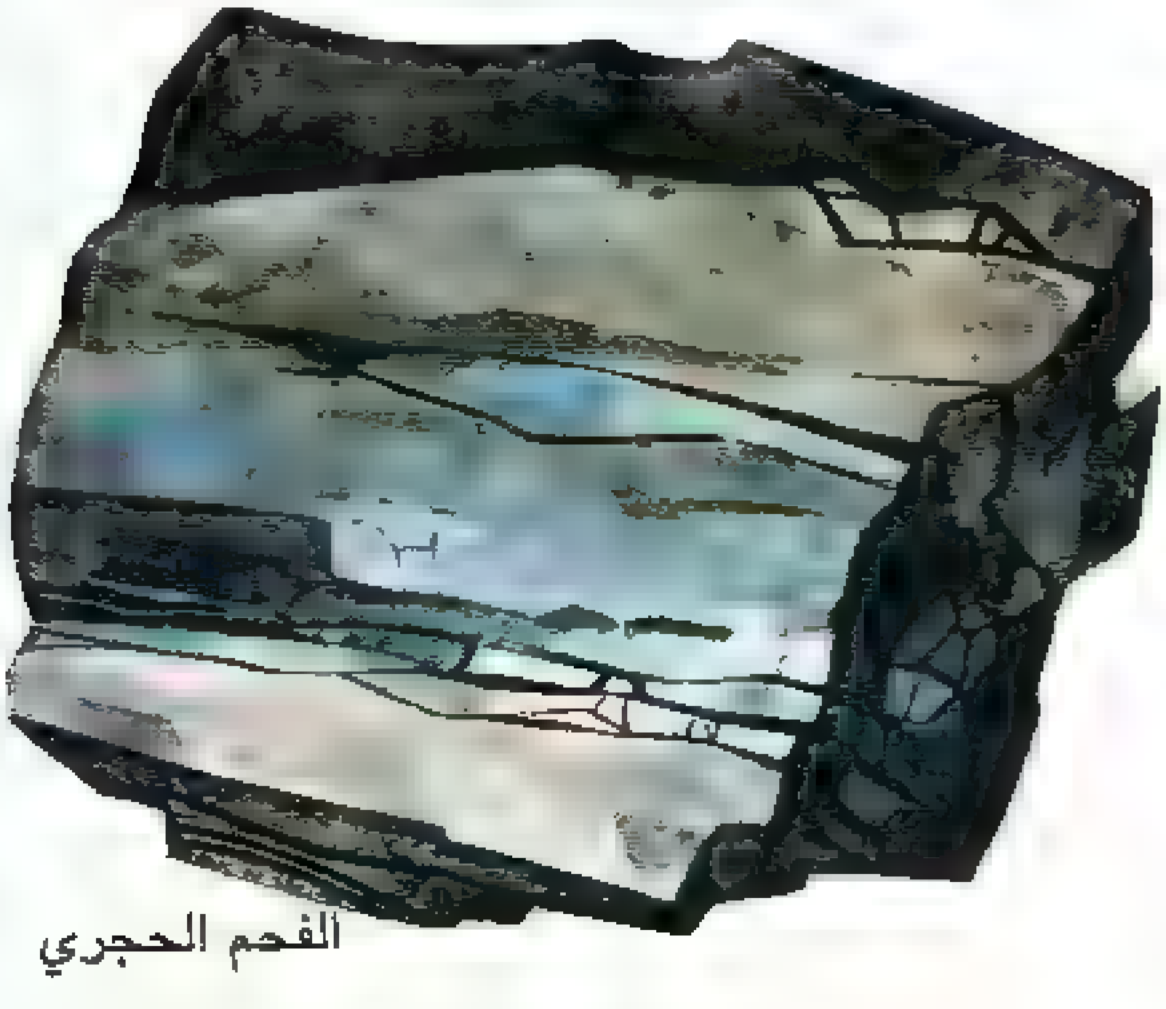

بوكسيت

كبريت

هيماتيت

كاولين (صلصال صيني)

كوروندوم


الفحم الحجري

الغلاف الجوي

الغلاف الجوي، وليس الأرض التي نعيش عليها، هو الجزء الخارجي للكرة الأرضية. إنه طبقة من الهواء فوق الأرض والمحيطات. ونحن نعيش في قعر الغلاف الجوي.

الغلاف الجوي هو مزيج من الغازات، ويتألف بالدرجة الأولى من النيتروجين (٧٨٪) والأوكسجين (٢١٪)، وكمية قليلة من الأرغون وبعض ثاني أكسيد الكربون. وقد يحتوي أيضاً على بعض من بخار الماء. أما الهواء الجاف فلا يحتوي على بخار مياه، والهواء المليء بهذا البخار يسمى رطباً.

يحتوي الغلاف الجوي على ثلاث طبقات أساسية. الطبقة السفلى وهي التروبوسفير، والطبقة الوسطى وهي الستراتوسفير. وتتراوح سماكة طبقة التروبوسفير ما بين ٨ و١٨ كلم، و**الغيوم** تطفو فيها. وكثير من طائرات الخطوط الجوية تطير في أسفل الستراتوسفير فوق الغيوم.

أما الطبقة الثالثة الموجودة فوق الستراتوسفير فتدعى الغلاف الأيوني، وهي مهمة للناس لأنها تعكس الموجات **اللاسلكية** إلى الأرض، ما يسمح للموجات بالدوران حول سطح الأرض المقوّس.

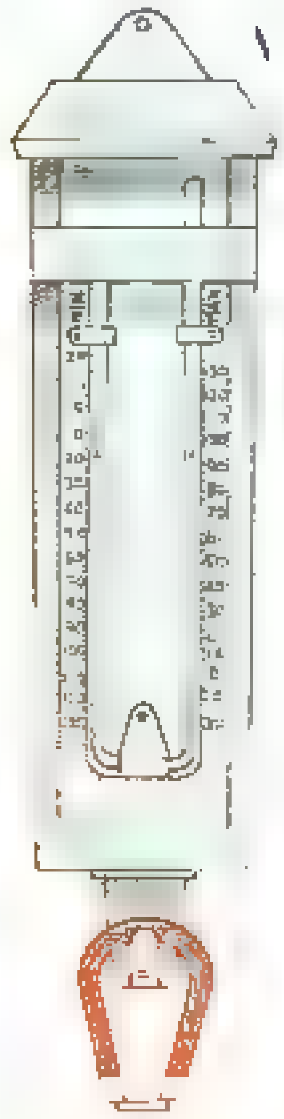
علم الأرصاد الجوية، هو دراسة الغلاف الجوي. ويقيس علماء الرصد الجوي الأحوال في الغلاف الجوي، وكمية بخار المياه في الهواء، ودرجات الحرارة، والضغط الجوي، إضافة إلى سرعة **الرياح** وكمية الأمطار الهاطلة.

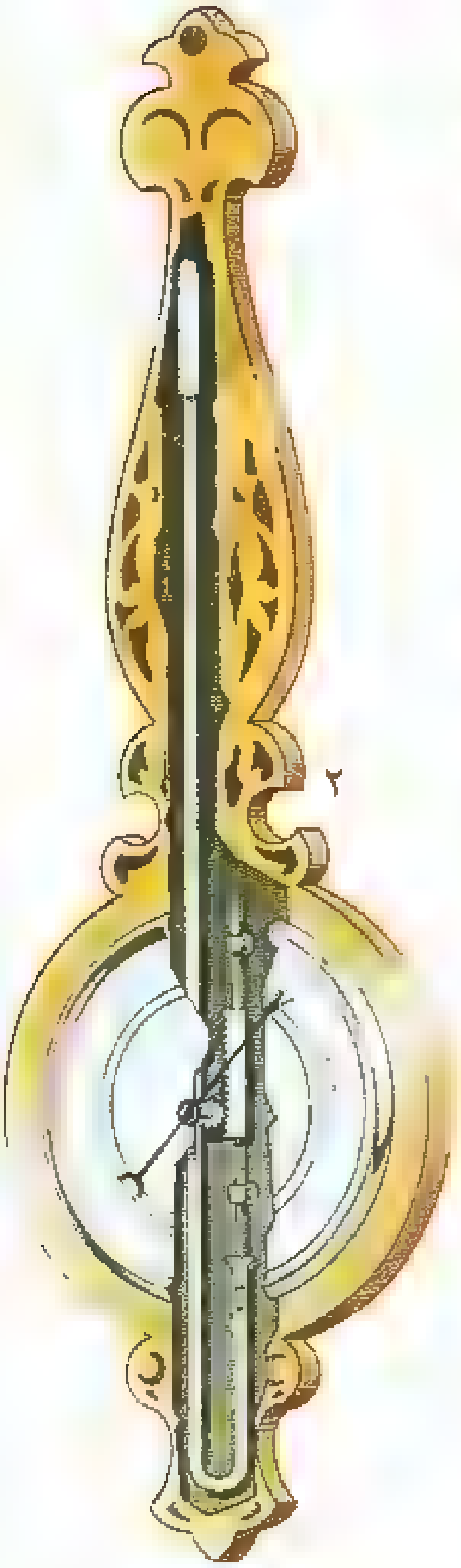
يسار: *طبقات الغلاف الجوي المختلفة. الطبقة السفلى حيث تظهر الجبال والغيوم. ثم الطبقة العليا، حيث تحلّق طائرات الخطوط الجوية. وفوق هذه الطبقة تقع طبقة الأوزون، التي تحول دون وصول الإشعاعات المضرة إلى الأرض. إن المذنبات تحترق عندما تخترق أعلى طبقة من الغلاف الجوي، حيث يتشكّل أيضاً الشفق. أما الأقمار الصناعية فمدارها فوق هذه الطبقة في الفضاء.*

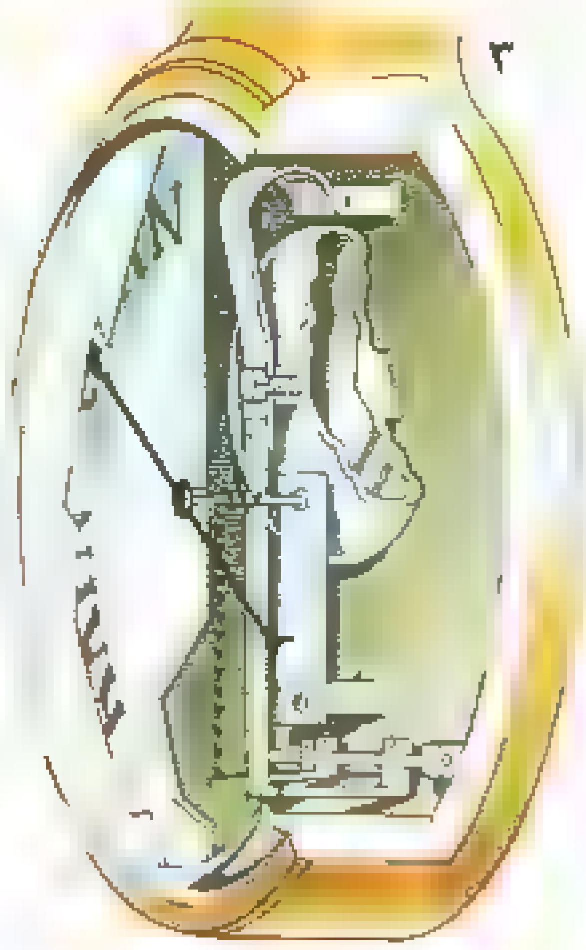
موازين الحرارة

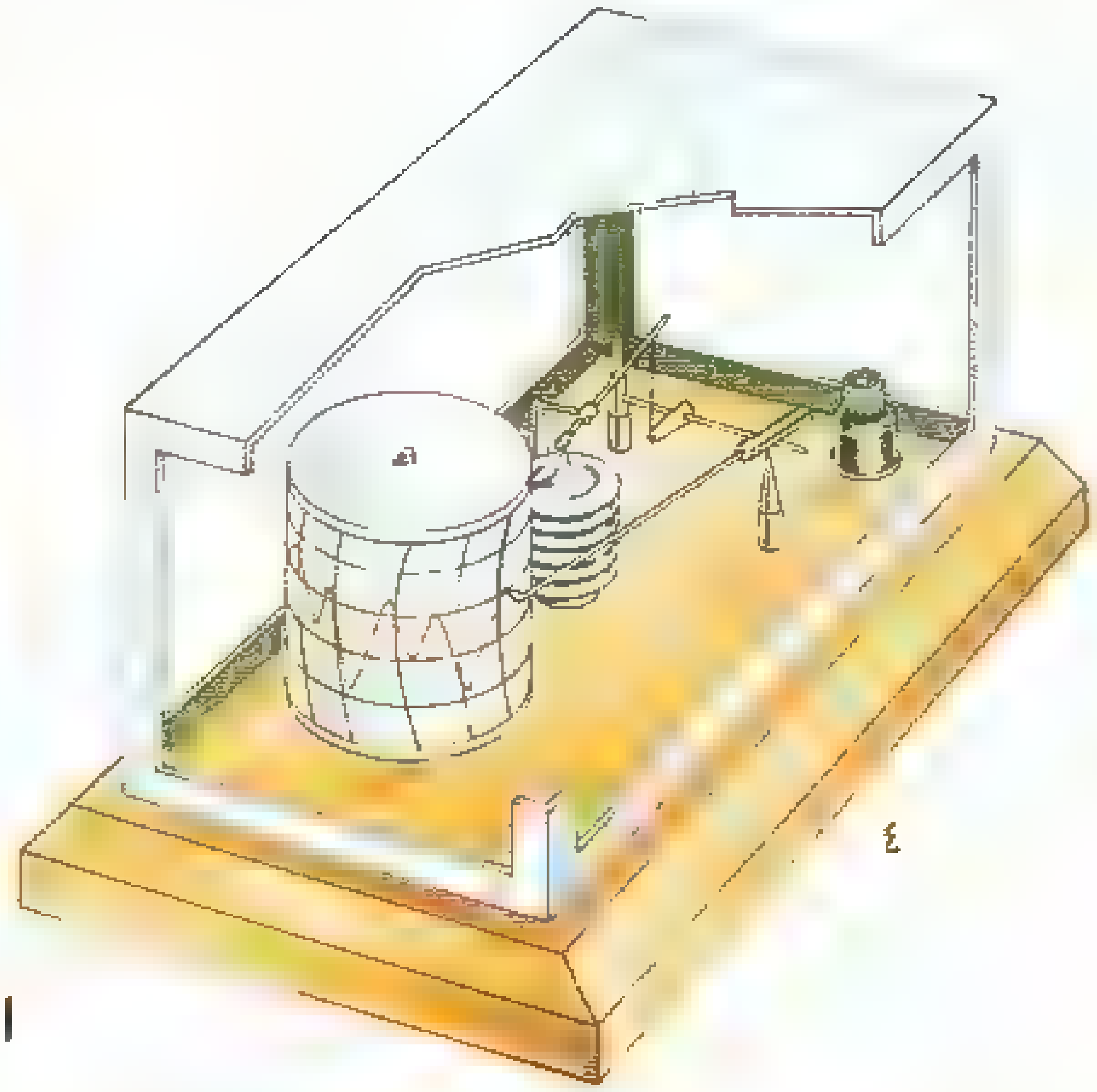
نستعمل موازين الحرارة لتسجيل درجة الحرارة. ويظهر مستوى السائل الملون أو الزئبق الفضي في الأنبوب ما إذا كانت الحرارة مرتفعة أم منخفضة. أما الميزان الذي يستخدمه عادة أخصائيو الأرصاد الجوية، فهو ميزان الأقصى والأدنى، وهو كأنه ميزانا حرارة في واحد. نصفٌ يظهر أعلى درجة حرارة سجلت خلال النهار، والنصف الآخر يسجل أدناها خلال الليل.

هو يسجل انخفاضاً في الحرارة كلما ارتفعنا في الغلاف الجوي، وهذا ما يفسّر وجود الثلج على قمم الجبال العالية جداً.





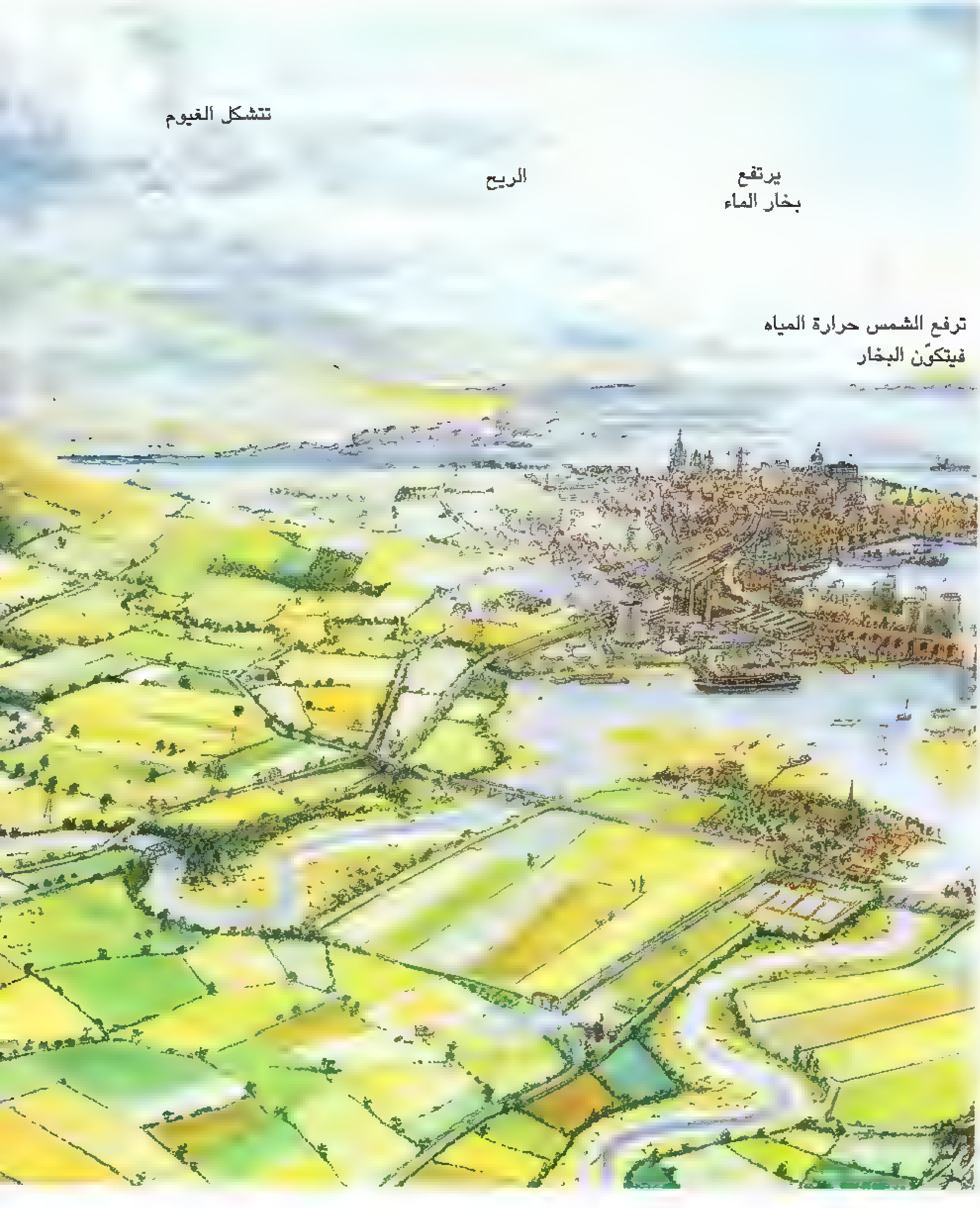




أعلى: أربع معدات لقياس الأحوال الجوية في الغلاف الجوي، (١) ميزان حرارة أقصى وأدنى يستخدم فيه المغنطيس لضبطه؛ (٢) بارومتر زئبقي. تبدلات ضغط الهواء تجعل مستوى الزئبق في الأنبوب الطويل يرتفع أو يهبط، محركاً المؤشر. (٣) بارومتر معدني؛ (٤) مرسمة الضغط. يسجل القلم تبدلات الضغط آلياً.

البارومترات

يقيس البارومتر ضغط الهواء وهو نوعان. البارومتر الزئبقي، ويحتوي على أنبوب من الزئبق شبيه إلى حد ما بميزان حرارة كبير، ويظهر مستوى الزئبق فيه درجة الضغط. والبارومتر المعدني، وهو كناية عن علبة رقيقة موصولة بمؤشر. عندما يتغيّر الضغط يتغيّر شكل العلبة فيتحرّك المؤشر. ويظهر الضغط على قرص مدرّج. إن الضغط ينخفض كلما ارتفعنا. فمثلاً الهواء في أعالي قمة أفرست ضئيل جداً، ما يلزم متسلقي الجبال حمل الأوكسجين معهم للتنفس.


تتشكل الغيوم
الريح
يرتفع
بخار الماء
ترفع الشمس حرارة المياه
فيتكوّن البخار

دورة المياه

تتغيّر حالة الطقس عندما تتغير درجات الحرارة وكمية المياه في الغلاف الجوي. إننا نرى ونشعر بالمياه تسقط من الجو عندما **تمطر**. ولكن يجب أن تعود المياه إلى الجو بطريقة أو بأخرى، وإلا سيخسر الهواء مياهه كلها، ولن تمطر مجدداً. يسمي أخصائيو الأرصاد الجوية هذه العملية دورة المياه.

تمرّ دورة المياه بمراحل عدة. فالأمطار تهطل عندما يتكثّف بخار الماء في **الغيوم**، حيث تتكوّن قطرات المياه وتسقط على الأرض والبحار. تتسرّب المياه إلى باطن الأرض وتغذي الجداول والأنهار. وتبخّر حرارة **الشمس** بعض المياه على الأرض وفي **الأنهر والبحيرات** والبحار، وتحولها إلى بخار ماء يرتفع في الهواء، وهو غير مرئي عادة. ولكن يمكننا أحياناً أن نرى البخار يتصاعد من البركة على شكل ضباب فوق المياه.

إن بخار الماء يتصاعد أيضاً من أشياء حيّة. فالاشجار والنباتات الأخرى تمتص المياه عبر جذورها وتخرجها بخار ماء من **أوراقها**. وكذلك يشرب الناس وحيوانات الأرض المياه وينفثون بخار الماء. وهكذا، بهذه الطرق كلها، يعود الماء إلى الهواء حيث يتجمّع ليشكل غيوماً تتكثف لتكوّن المطر الذي يسقط على الأرض. وتبدأ الدورة من جديد. وتستمر هذه الدورة حتى لو تساقط **الثلج والبَرَد**، لأن هاتين المادتين تذوبان وتتحوّلان إلى مياه.

ترتبط كمية بخار الماء في الهواء بدرجة الحرارة. فالهواء في المناطق المدارية الحارة، أكثر رطوبة منه في المناطق القطبية الباردة. إذا تساقطت مياه الهواء كلها فجأة على شكل مطر، يكوّن معدل الأمطار الهاطلة ثلاثة سنتيمترات.

السحب

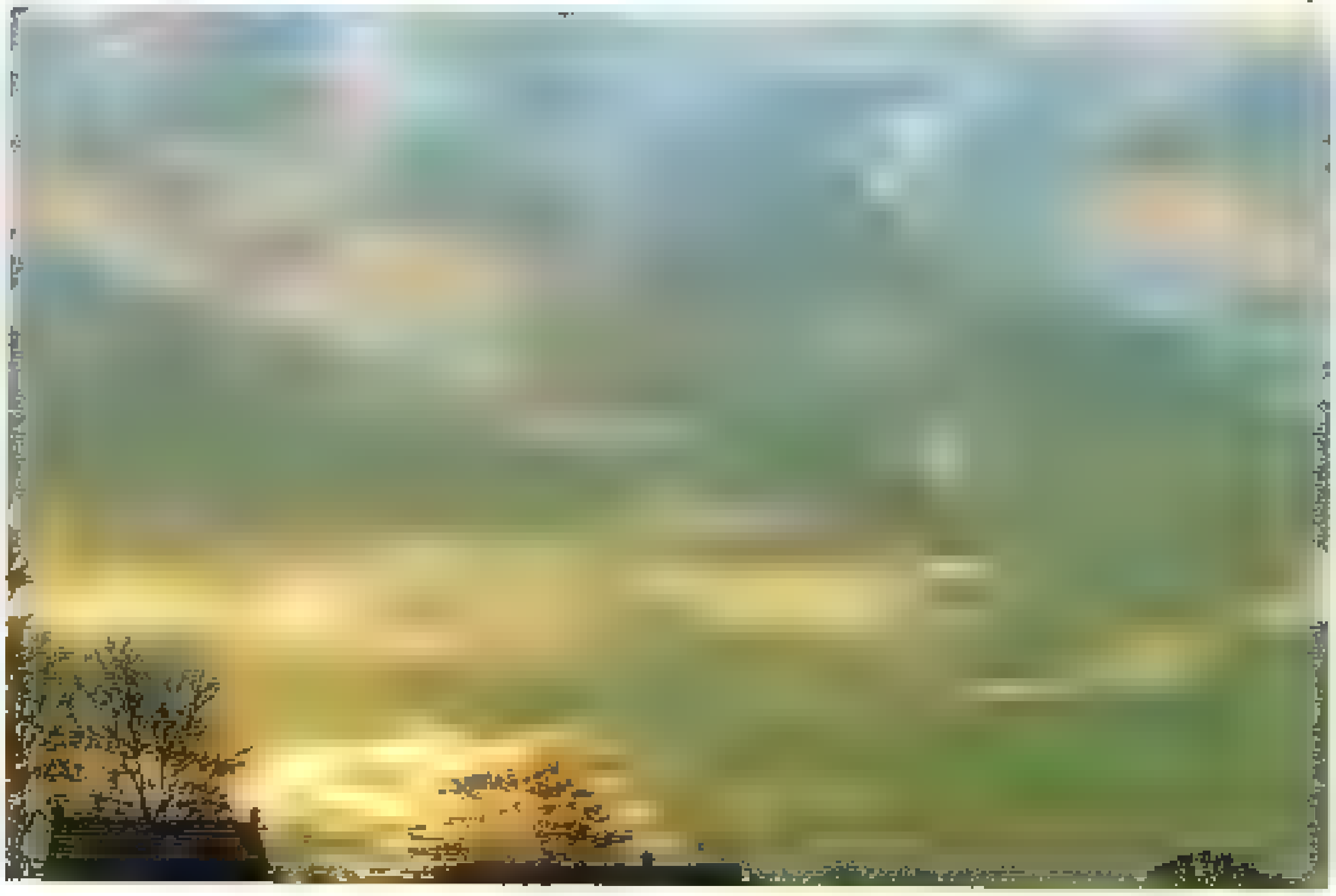
السحب هي مجموعة ضخمة من قطرات الماء أو بلّورات صغيرة من الجليد. وهي تتكوّن حيث يتكثّف بخار الماء في الهواء أو يتجمّد. لذلك تتكوّن عالياً في الهواء، حيث يكون الجو أكثر برودة مما هو عليه على مستوى الأرض.

ثمة أنواع عديدة من السحب: سحب الرعد الضخمة والكثيفة التي تشبه رؤوسها سندان الحدّاد، وتسمّى السحب الركاميّة، وكتل السحب العالية المعروفة بذيل الفرس تدعى السحب السمحاقية. وسحب «اسقمري السماء»، وتُعرف باسم السحب الطخرورية ـ الركامية.

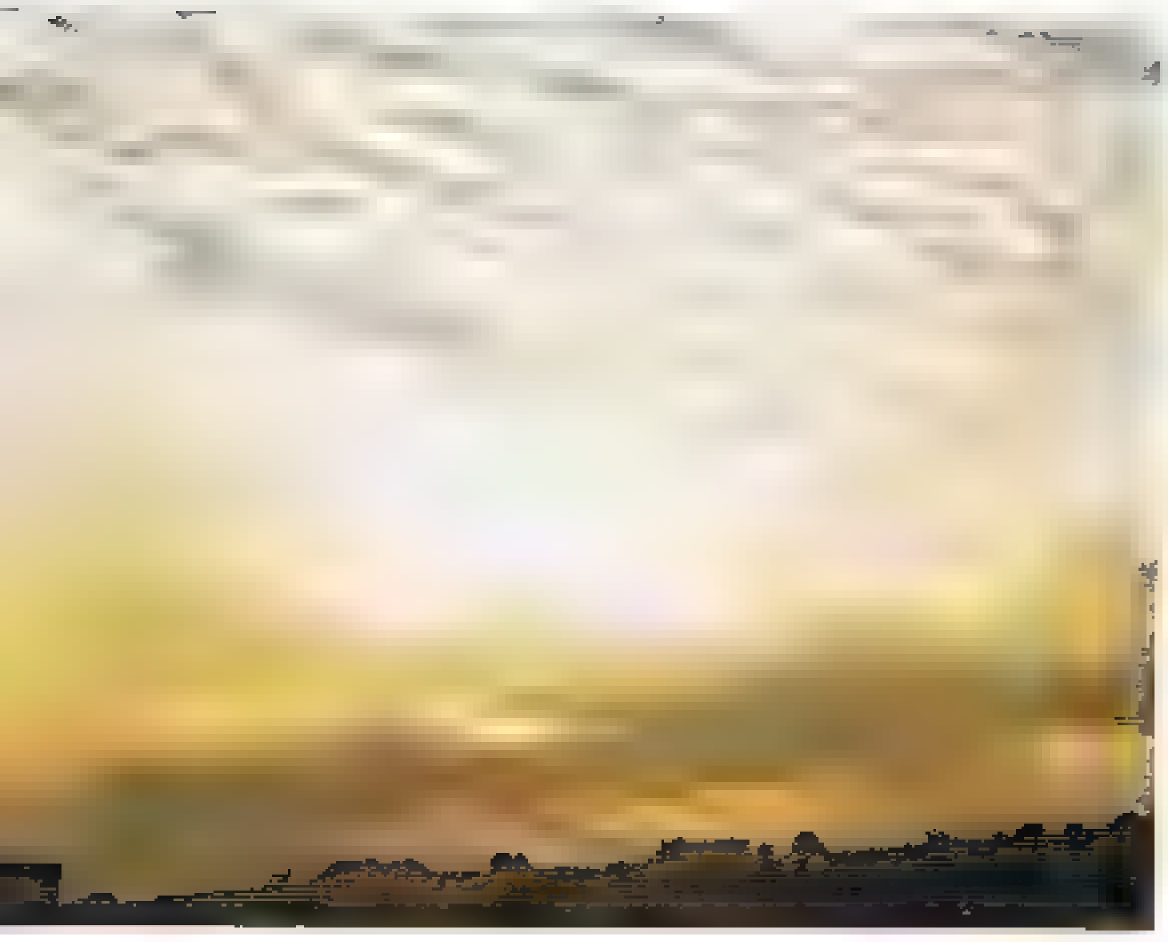
أنواع السحب. (١) الركامية. (٢) القِرد. (٣) القَزَعيّة. (٤) الطُّخروريّة. (٥) السِمْحاقِيّة.

١

٢



٣



٤

٥

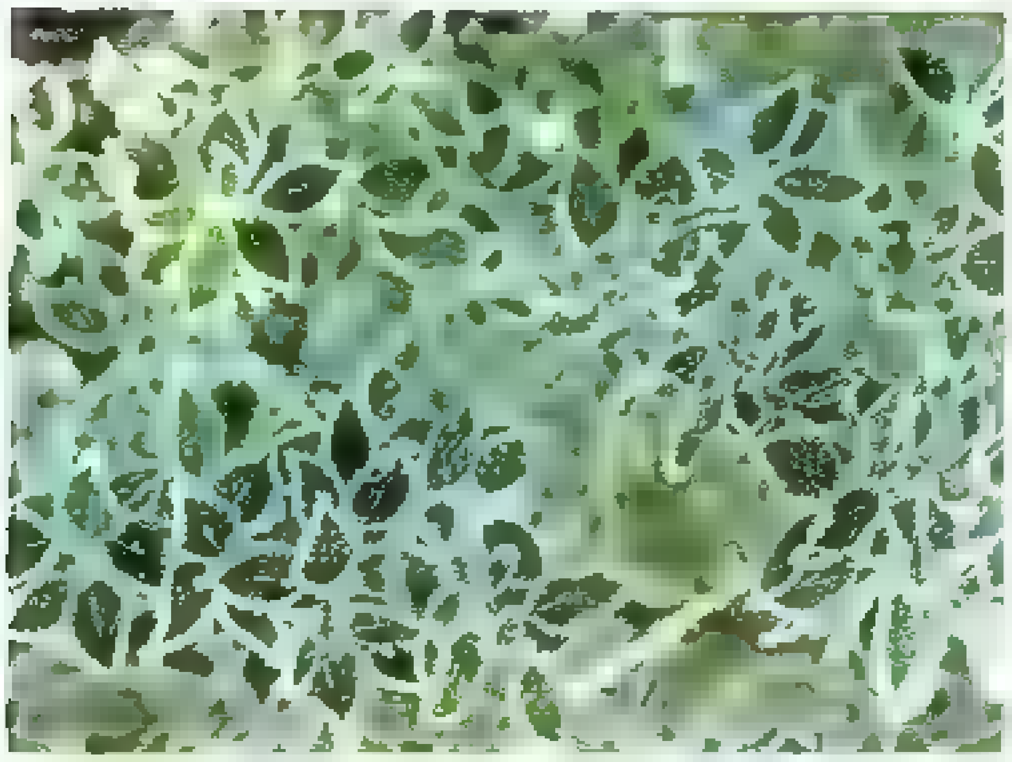
الضباب والغمام

يتكوّن الضباب والغمام عندما يتكثّف بخار الماء في الهواء عند مستوى الأرض، حين تكون هذه باردة، لذا نرى دائماً الضباب والغمام في الصباح البارد. الضباب أو الغمام عبارة عن كتل سميكة من قطرات المياه شبيهة بغيمة على الأرض. تتبخر هذه القطرات عندما يسخن الهواء خلال النهار فيختفي الضباب أو الغمام. الغمام هو أقل كثافة من الضباب. فإذا استطعت أن ترى بوضوح إلى أقل من كيلومتر تكون في الضباب، وإلى أقل من كيلومترين تكون وسط الغمام.

يمين: *طبقات من الغمام في صباح خريفي. يغطي الضباب الهضاب كلياً.*

الندى والصقيع

غالباً ما تغطي قطرات المياه العشب والأشجار في الصباح الباكر، حتى ولو لم تكن تمطر. هذه القطرات هي الندى. بما أن الأرض تبرد جداً عند الفجر، يتكثّف بخار الماء في الهواء ويتحوّل إلى قطرات ماء على الأرض، تعرف درجة الحرارة التي يتكوّن عندها الندى بنقطة الندى. وإذا كانت حرارة الأرض تحت درجة التجمّد، يتجمّد بخار الماء فيغمر الصقيع الأرض. أما إذا هبطت درجة حرارة الهواء إلى ما تحت نقطة التجمّد، فيغطّي الصقيع الأشجار.



أعلى: الأوراق القريبة من الأرض يغطيها الصقيع في صباح بارد بسبب تجمّد الندى.

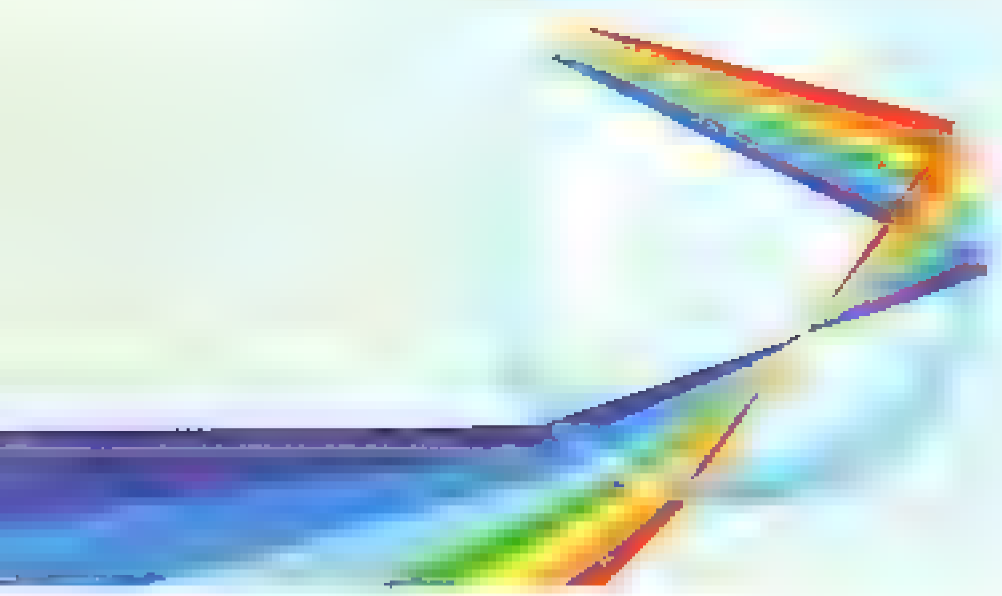
الثلج

عندما يحوّل البَرْد بخار الماء في الغيوم إلى بلورات جليدية صغيرة، تتساقط الكتل الثلجية من الغيوم. وعندما تلتصق البلورات ببعضها يثقل وزنها وتسقط على شكل كِسَف ثلجية. وعندما يكون الطقس جافاً تكون الكسف أصغر، لأن البلورات الجافة لا تلتصق ببعضها. وقد تؤدي الرياح إلى تكدُّس الثلج. وحيث يسقط سنتيمترًا من المطر تسقط عشرة سنتيمترات من الثلج.

أعلى: *جرافة ثلج تشق طريقاً مقطوعة، قاذفة بالثلج جانباً.*

قوس قزح

لا يُمكنك رؤية قوس قزح إلا إذا لمعت **الشمس** على **المطر** من خلفِكَ. فقطرات مياه المطر تعكس نور الشمس نحوك، وتجزىء كل قطرةٍ الضوء إلى ألوان **الطيف**، فتشكّل دائرة كبيرة من أحزمةٍ مُلَوّنة لا يُرى منها سوى الجزء الأعلى الذي هو على شكل قوس، لأن جزءها السفلي يحجبه الأفق. وفي الواقع يتشكل قوسان، واحد خارج الآخر. الداخلي أو الرئيسي يحتوي على اللون الأحمر من جهته الخارجية. والخارجي أو الثانوي، وهو أقل ضياءً، يحتوي على اللون الأحمر في جهته الداخلية.



أعلى: *عندما ينعكس ضوء الشمس على قطرات المطر يتكوّن قوس قزح.*
أسفل: *قوس ثانوي يتكوّن عندما ينعكس الضوء مرتين في كل قطرة.*

المطر والبرد

يتساقط المطر عندما تتدفق قطيرات المياه العالقة في السحب مشكّلة قطرات ضخمة. وعندما تثقل هذه القطرات، بحيث لا يمكن أن يحملها الهواء، تسقط على الأرض في شكل مطر. وتكون قطرات المطر ضخمة وتتساقط كالسيل الجارف من السماء في أثناء عاصفة رعدية أو وابل. أما الرذاذ فهو نوع من رشاش من قطرات صغيرة.

يقيس أخصائيو الأرصاد الجوية كمية المطر **المتساقط** من خلال التسجيل في مقياس خاص عمق المياه الناجمة عن المطر الهاطل خلال فترة معينة، هي عادة يوم واحد.

البَرَد هو قطرات مطر متجمدة تتشكّل عندما يبرد الهواء بسرعة، غالباً في الأعالي، وفي أحوال جوية غير عادية. يكبر حجم حبات البَرَد كلّما تجمد بخار الماء فيها مشكلاً طبقات إضافية من الجليد. وعندما تبلغ هذه الحبات حجماً معيناً، يثقل وزنها بالنسبة إلى تيارات الهواء فتسقط بشكل بَرَد على الأرض. يبلغ حجم حبة البَرَد عادة خمسة ملليمترات، إلا أن أضخمها وصل حجمها إلى ١٩٠ ملليمتراً.

الرعد والبرق

تحدث العواصف الرعدية عندما ترتفع كمية بخار الماء في الهواء ويبدأ الهواء بالتحرك في تيارات سريعة نحو الأعلى. غالباً ما تحدث هذه العواصف في الصيف وفي المناطق المدارية عندما تكون الأرض حارة تسخّن الهواء. وتتكوّن سحبٌ ضخمة تتولّد فيها شحنات كهربائية سُكونية ضخمة بسبب سوء الأحوال الجوية في الغلاف الجوي. عندما تقوى هذه الشحنات جداً، تتطاير شرارات ضخمة منها بين السحب والأرض. وهذه الشرارات هي وميض البرق، وتقوم بتسخين الهواء إلى حد يجعل الهواء على طول خط البرق يتمدد فوراً محدثاً رعداً قوياً.

يسار: *وميض برق يضرب مدينة خلال عاصفة رعدية قوية.*

الرياح

الريح هي تيار هوائي يتحرّك فوق اليابسة أو البحر. واتجاهها هو الاتجاه الذي انطلقت منه، وليس الذي تتجه نحوه. مثلاً الريح الجنوبية تعصف من الجنوب في اتجاه الشمال. وتشير دوّارة الريح إلى وجهة الريح. أما قوة الريح فتراوح بين النسيم الخفيف **والإعصار**. ويعتمد أخصائيو الأرصاد الجوية على مقياس بوفورت لقياس قوة الريح وسرعتها.

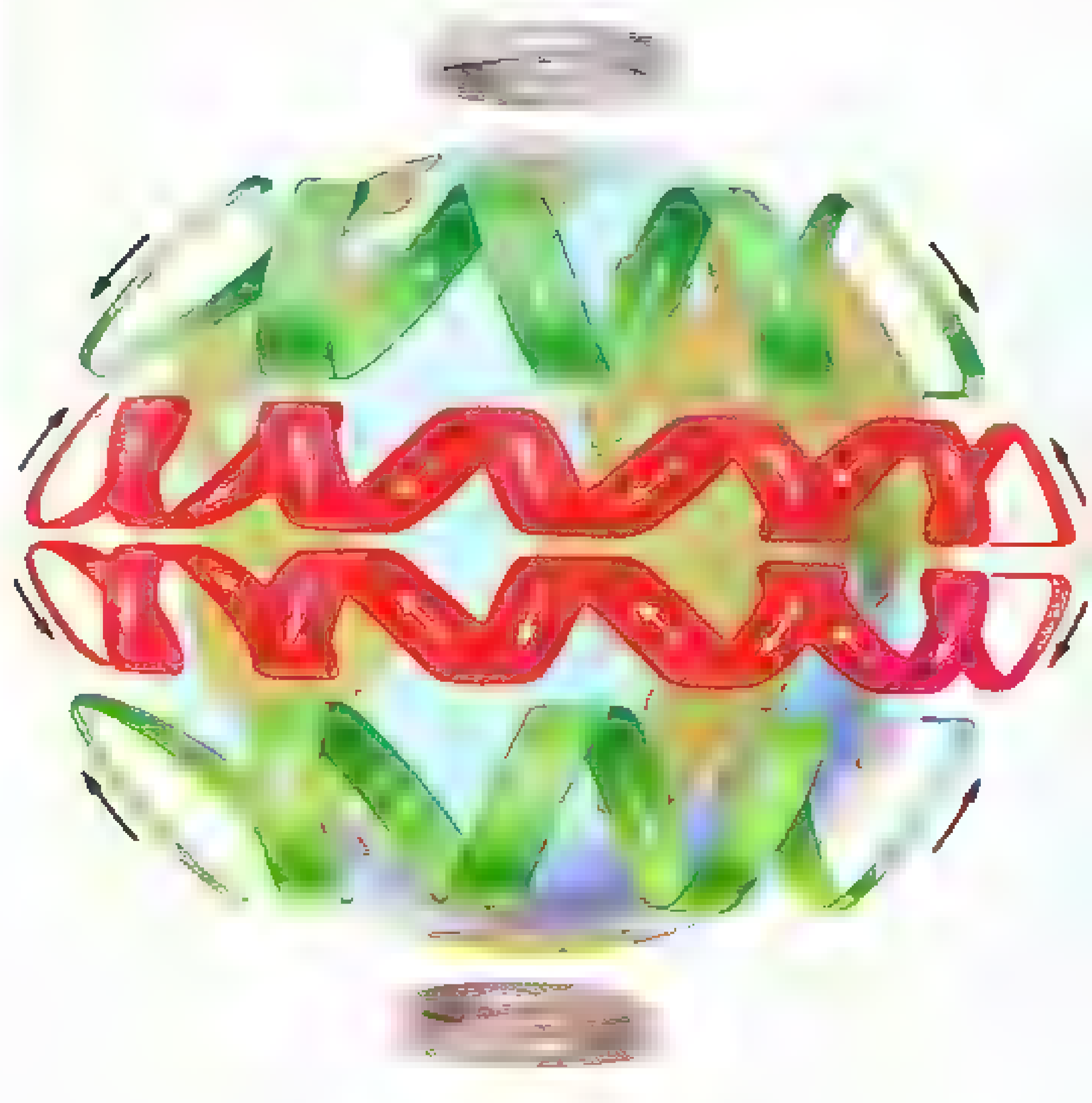
تهب الرياح لأن ضغط الهواء يختلف من مكان إلى آخر. فالهواء يجري من مناطق ذات ضغط مرتفع إلى مناطق ذات ضغط منخفض مكوّناً الريح. أما حرارة **الشمس** على الغلاف الجوي والأرض فتسبّب اختلافًا في الضغط ورياحًا.

في المناطق الاستوائية تؤدي الحرارة إلى تمدد الهواء. وكلما تمدّد كلما خفّ وارتفع. وعندئذ يتسلّل الهواء البارد من المناطق المحيطة ليحتل مكان الهواء المرتفع. هذا التبدل يجعل الرياح تعصف عند المدارات. ويطلق على هذه الرياح اسم الرياح التجارية.

أعلى: أدت الرياح التي تعصف في اتجاه واحد إلى نمو شجرة الزعرور مائلة.

مقياس بوفورت

الرقم	الريح	السرعة (كلم/سا)
٠	هادئة	٠ ـ ٢
١	هواء خفيف	٣ ـ ٥
٢	نسيم طفيف	٦ ـ ١٠
٣	نسيم رقيق	١١ ـ ٢٠
٤	نسيم معتدل	٢١ ـ ٣٠
٥	نسيم قوي	٤١ ـ ٥٠
٦	ريح عالية	٥١ ـ ٦٠
٧	عاصفة	٦١ ـ ٧٥
٨	عاصفة قوية	٧٦ ـ ٩٠
٩	عاصفة كاملة	٩١ ـ ١٠٥
١٠	زوبعة	١٠٦ ـ ١٢٠
١١	إعصار	فوق ١٢٠
١٢		



يمين: رياح العالم الأساسية هي الغربية (بالأخضر) والرياح التجارية (بالأحمر). حركة دوران الأرض تجعل الرياح تتحرك في شكل لولبي.

الأعاصير

الأعصار أو الزوبعة الحلزونية الاستوائية من أكثر العواصف تدميراً. تبدأ من وسط المحيط في المناطق الاستوائية. تبدأ حرارة الهواء الحار المثقل بالرطوبة بالارتفاع، وتجعل حركة دوران الأرض الهواء المرتفع يدور. هذه الحركة تخفض ضغط الهواء في وسط عمود دوران الهواء فيتسلل مزيد من الهواء إلى مناطق الضغط المنخفض، ليقع أسير حركة الدوران التي تزداد حدّتها، فتبدأ عاصفة قوية بالتحرك عبر المحيط. وعندما تضرب اليابسة تُحدث دماراً عظيماً. وكلما اخترق الأعصار اليابسة كلما خسر من قوته تدريجاً.

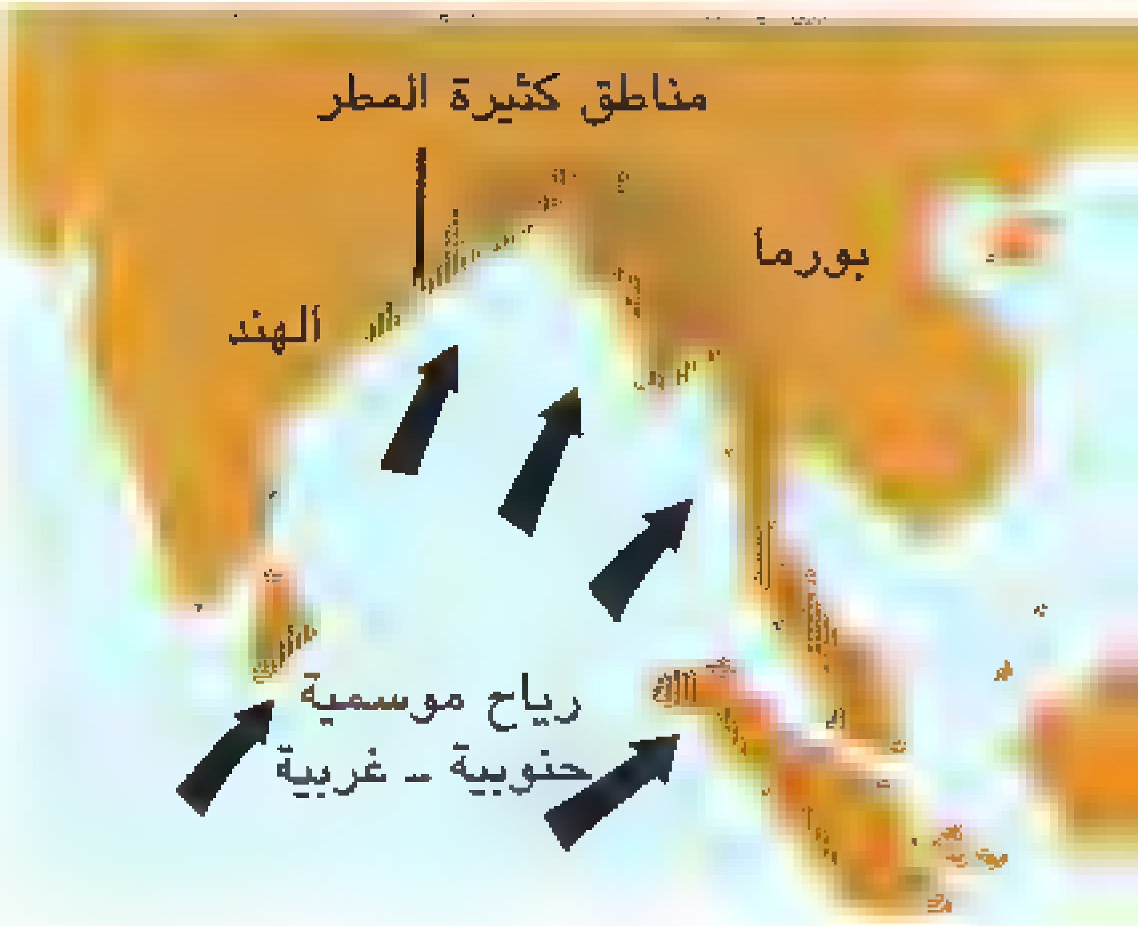
تحدث عواصف مماثلة على اليابسة، لكن بقوة أقل، وتسمى زوابع أو أعاصير مدارية، وهي على شكل أعمدة طويلة من الهواء الدوّار. أما أعمدة المياه فتحدث عندما تدور أعمدة من الهواء فوق البحر، والتصاق الهواء بها.

يمين: صورة لاعصارين التقطها قمر المناخ في الفضاء. يطلق على الأعاصير أسماء خاصة مثلاً، كلويه.

الرياح الموسمية

الرياح الموسمية هي **الرياح** التي تبدل اتجاهها من فصل إلى آخر. فرياح جنوب ـ شرق **آسيا** الموسمية معروفة جداً. تُخفضُ حرارة الأرض خلال فصل الصيف ضغط الهواء، وتهب رياح جنوبية غربية عبر المحيط حاملة معها الرطوبة التي تُسقطها على شكل **مطر** فوق اليابسة. ثم في فصل الخريف، تبرد الأرض وتتوقف الرياح الرطبة، لتحل محلها رياح شمالية شرقية موسمية جافة تدوم حتى الربيع. بعدها تأتي مجدداً الرياح الموسمية الرطبة.

هناك رياح موسمية أخرى تعصف فوق جنوب شرق الولايات المتحدة وشرق أفريقيا وشمال استراليا.

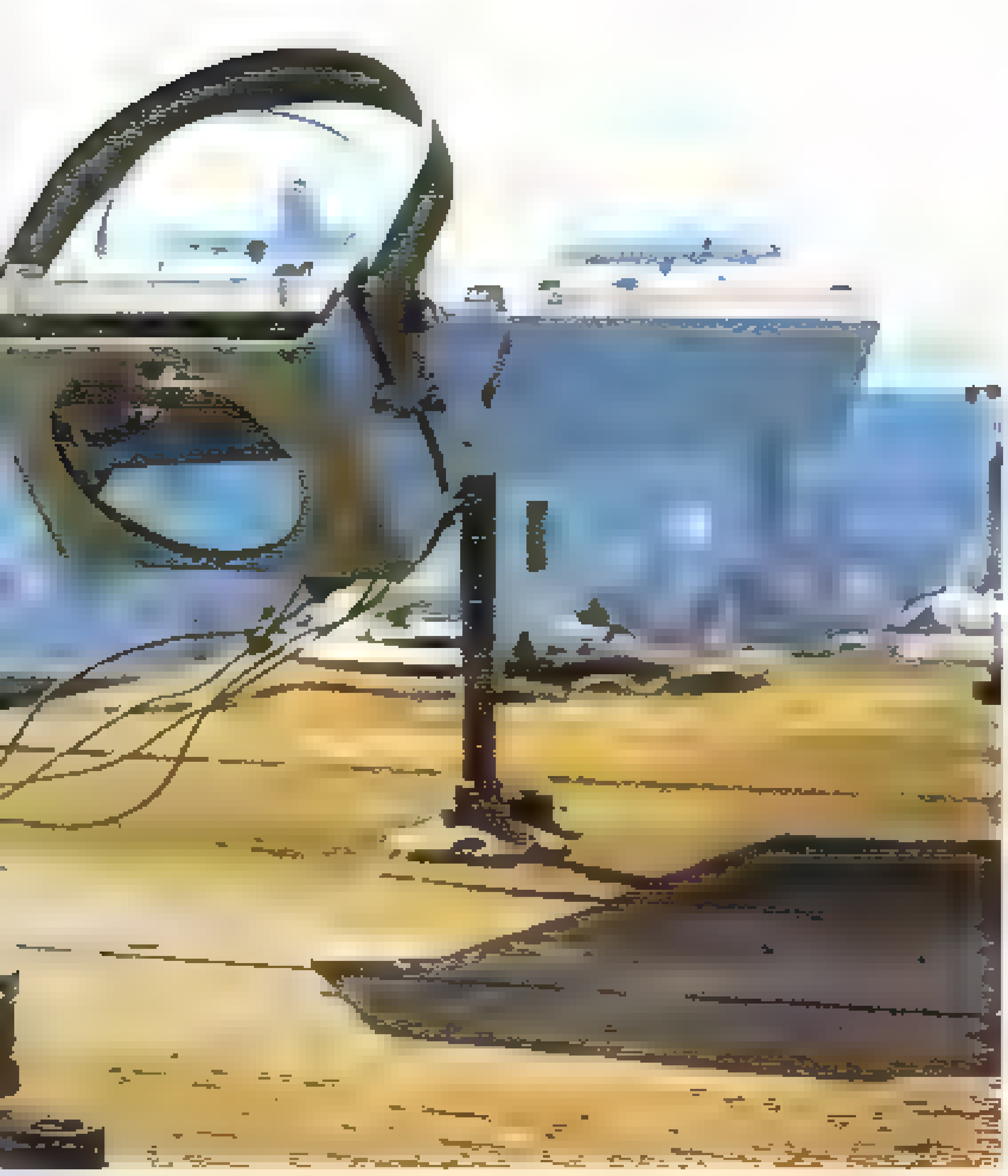


أعلى: تعصف رياح موسمية رطبة فوق المحيط الهندي خلال الصيف، وتلتقط الكثير من بخار الماء وتسقطه مطراً فوق اليابسة.

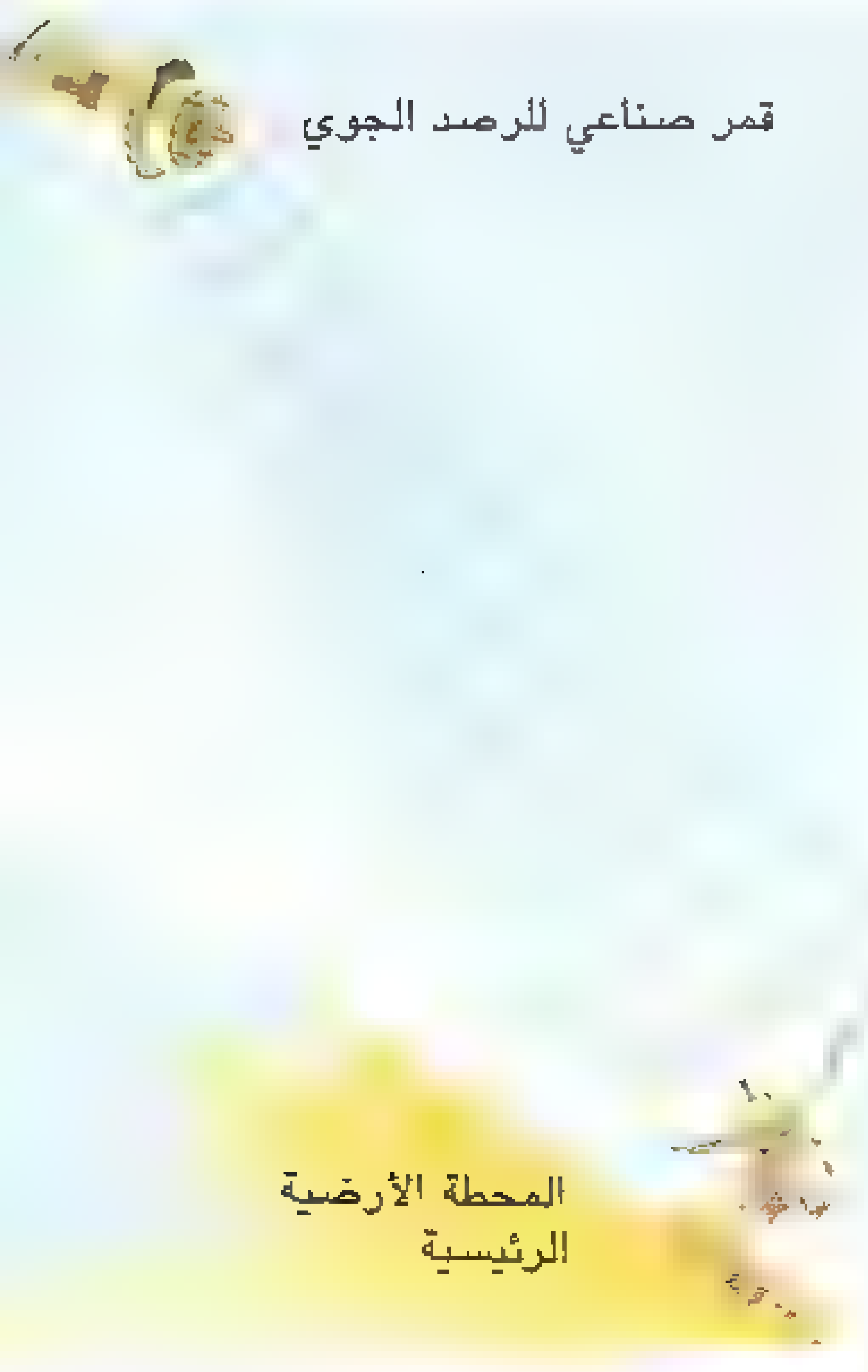
توقعات الطقس

يمكن توقع حالة الطقس عن طريقين: يمكن لمراقبي الأحوال الجوية معرفة ماذا حدث آخر مرة في ظروف جوية مماثلة، ثم يمكنهم تالياً توقع حدوث الشيء نفسه ثانية. وتفيد هذه الطريقة في الحالات المنتظمة مثل **الرياح الموسمية**. ولكن في الحالات الجوية غير المتوقعة، عليهم المراقبة وأخذ المقاييس يوماً بعد يوم، والاستنتاج العلمي لما يمكن أن يحصل. عليهم معرفة أي سلسلة من الأحداث تُرتَقَبُ إثر التبدلات الجوية. ولقد تعلّم مراقبو الأحوال الجوية الكثير في السنوات الأخيرة. وعلى الرغم من أن عملهم معقد، فبإمكانهم استخدام الحاسبات الإلكترونية لمساعدتهم في وضع توقعاتهم بسرعة. يُعرف متوقعو الأحوال الجوية أيضاً بأخصائيي الأرصاد الجوية.

يجب أن تقاس الأحوال الجوية في منطقة كبيرة جداً، وترسل المقاييس إلى مركز الأرصاد الجوية لمعاينتها.



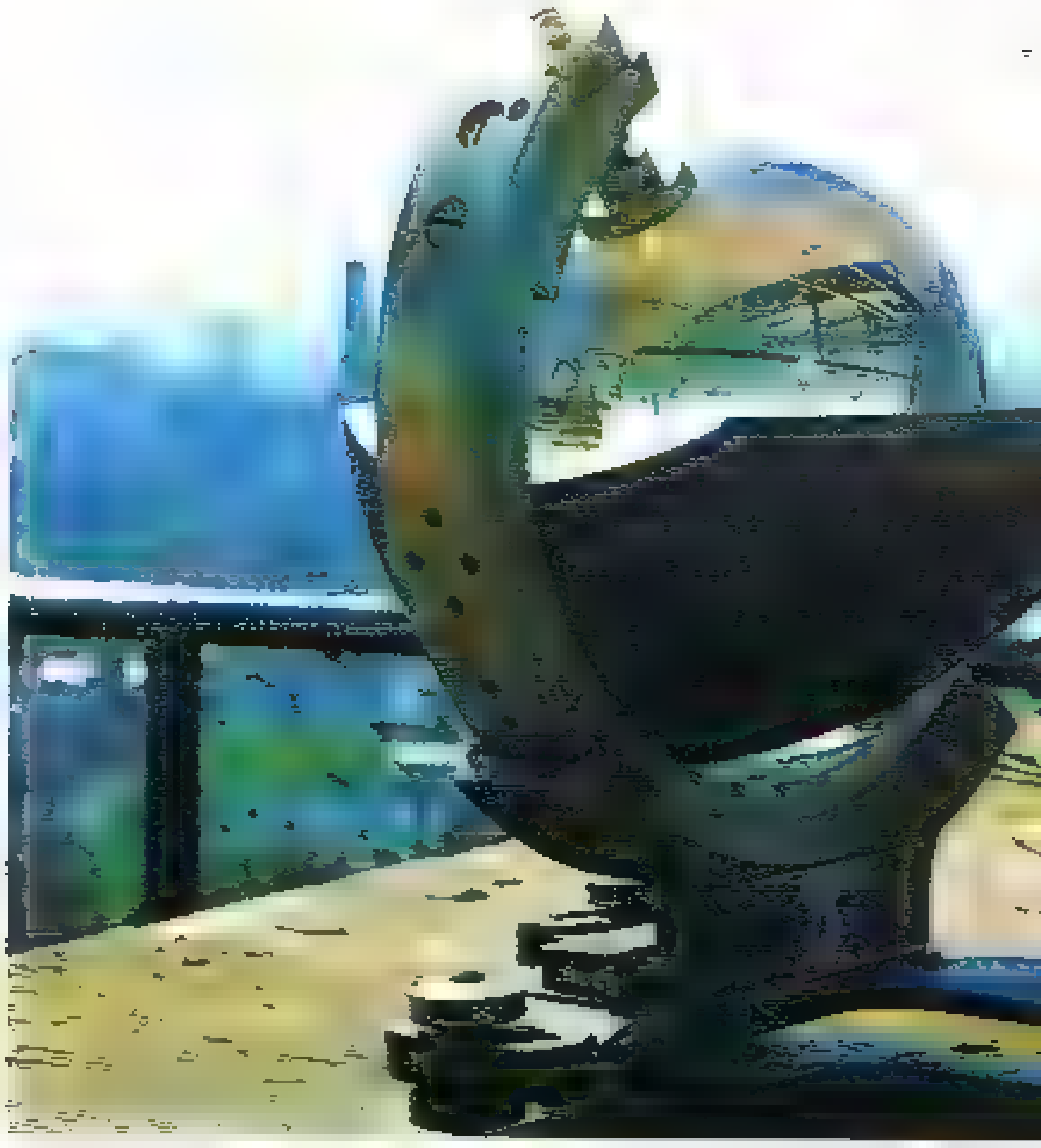
أعلى : *ساعات قياس أشعة الشمس موضوعة على سطح مركز الأحوال الجوية في لندن*



أعلى : *أخصائية في الرصد الجوي تقيس كمية المطر في لندن.*

في معظم المدن هناك معدات طقسية **كموازين الحرارة**، **والبارومترات** والمَراييح (أنيمومتر). تُقرأ هذه المعدات بانتظام وترسل النتائج إلى مركز الأرصاد الجوية.

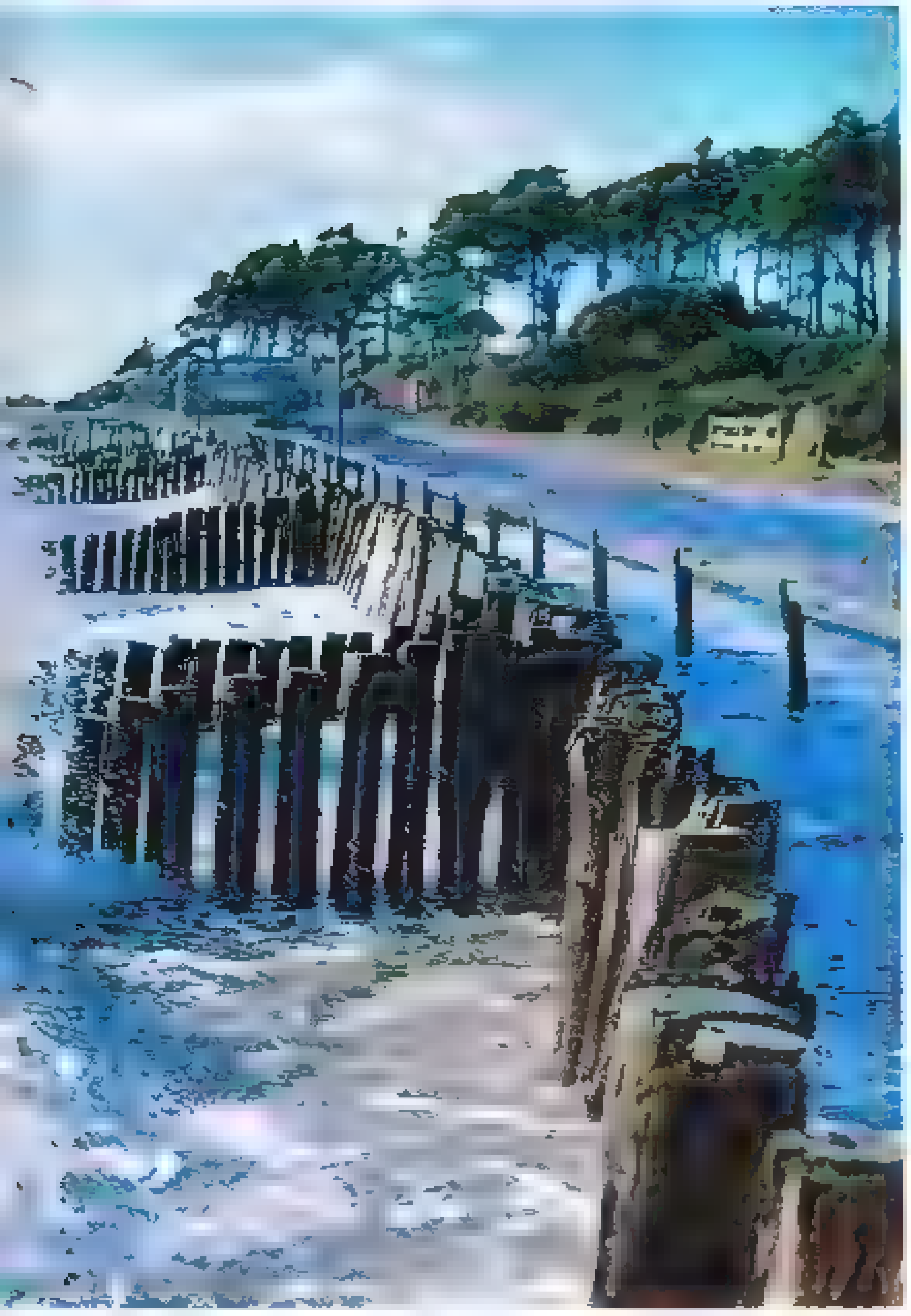
تتخذ قياسات أخرى بواسطة المسْبار اللاسلكي، وهو **منطاد** محلِّق يحمل معدات آلية. كما أن الأقمار الصناعية التي تدور حول **الأرض**، ترسل صوراً **للسُحُب** من الفضاء. ويمكن لمحطات **الرادار** تحديد عواصف بعيدة. وهكذا بواسطة هذه الوسائل كلها وبمساعدة أخرى يمكن إجراء التوقعات.



أسفل: *قمر صناعي للرصد الجوي يرسل المعلومات إلى المحطة الأرضية.*

أعلى: *معدات آلية لتسجيل وضع الأحوال الجوية يمكن تركيبها على عوامات.*

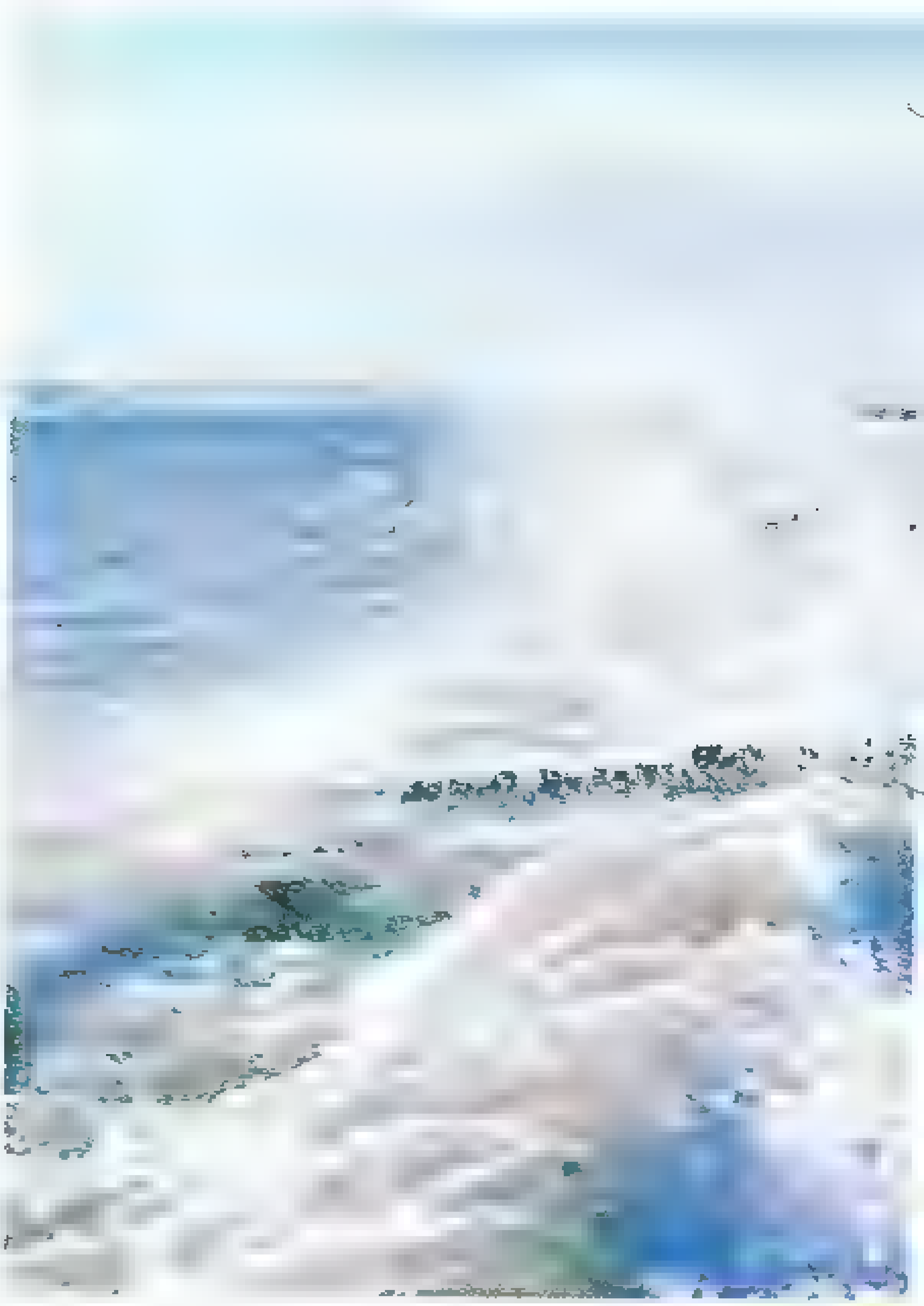
المحيطات والبحار



على الرغم من أن اسمه الأرض، إلاّ أنّ عالمنا تغمره المياه في معظمه. فالبحار والمحيطات تشكل ٧٠٪ من مساحة الكرة الأرضية. وليست المياه عميقة قرب اليابسة. تُكوِّن أرض البحر ما يُسمى بالإفريز القاري على عمق ٢٠٠ متر قرب معظم أجزاء القارات وعند أطرافها تنحدر أرض البحر أكثر من أرض المحيط. يبلغ معدل عمق المحيط ٣٥٠٠ متراً. وفي بعض الأماكن تَشُق أرضَ المحيط خنادق عميقة. وفي أماكن أخرى ترتفع سلاسل جبلية تسمى سلاسل المحيط الجبلية.

تنطلق عبر المحيطات تيارات مائية ضخمة تدفع بها الرياح في شكل أساسي. أن اختلاف درجات الحرارة بين أجزاء مختلفة من المحيط تسبب حدوث تيارات. كما أن حركة دوران الأرض تجعل التيارات الكبرى تأخذ ممرات مقوّسة، فهي تديرها يُمنة في النصف الشمالي للكرة الأرضية، ويُسرة في نصفها الجنوبي.

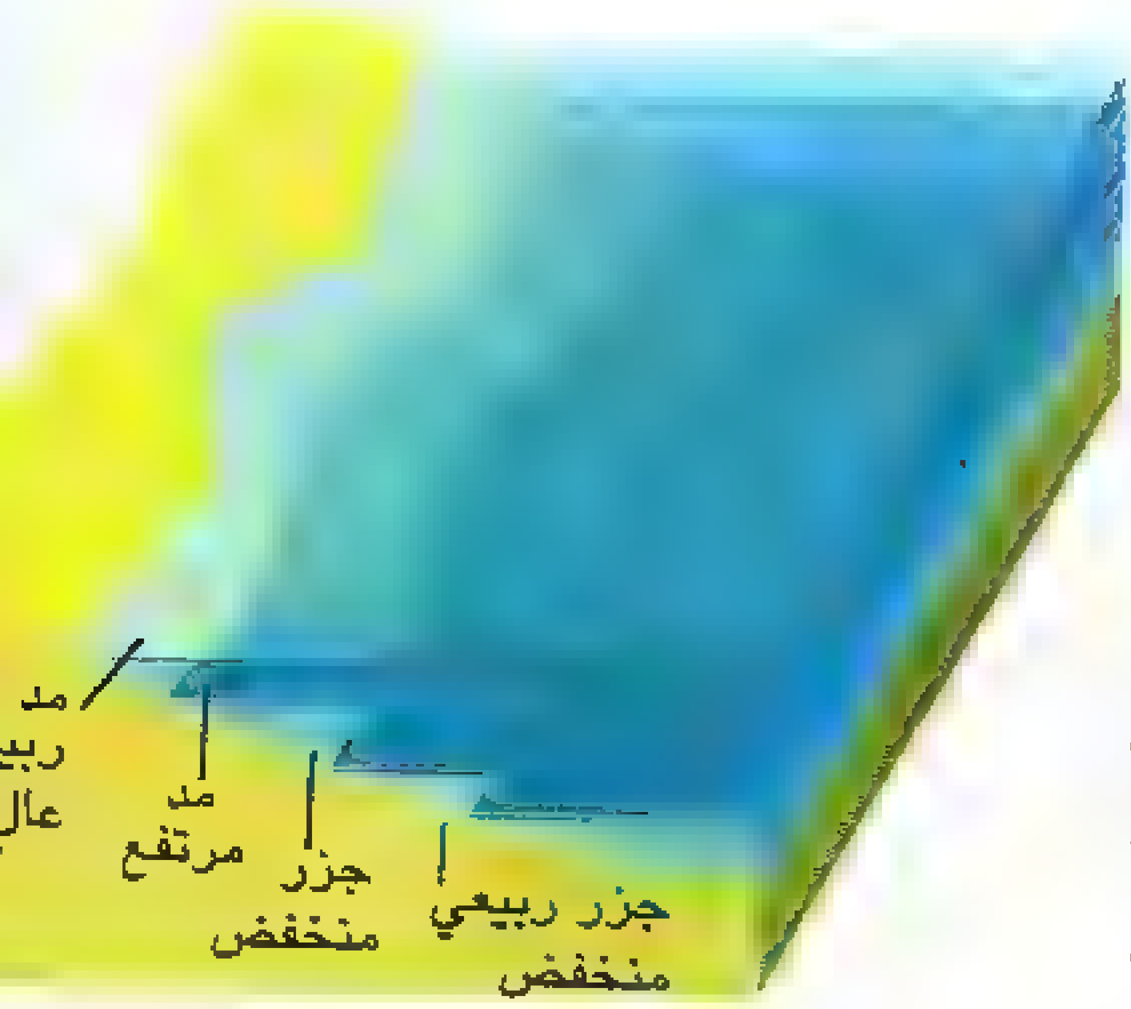
تيارات محيطات العالم



حركة المد والجزر

حركة المد والجزر هي تبدلات في مستوى البحر الذي يرتفع ويهبط عادة مرتين في اليوم. وتحصل هذه الحركة لأن **الشمس والقمر** يجذبان المحيطات بقوة **جاذبيتهما** ما يجعل المياه ترتفع قليلاً. يحدث ارتفاعان في المستوى: واحد على كل جانب من جانبي الأرض. وبما أن الأرض تدور مرة كل أربع وعشرين ساعة، فإن مياه المحيط ترتفع مرة كل اثنتي عشرة ساعة. وهذا ما يعرف بالمد. وبعد ست ساعات يهبط مستوى المياه بين كل ارتفاعين. وهذا ما يعرف بالجزر. تحدث حركة المد والجزر الربيعية عندما يكون الارتفاع والهبوط كبيرين، وذلك عندما تكون الشمس والقمر والأرض متراصفين على خط واحد، وتجذب معاً. أما حركة المد والجزر الناقصة فتحدث عندما يشكّل القمر والشمس زاوية قائمة ولا يجذبان معاً. وفي هذه الحالة لا يكون ارتفاع المياه وهبوطها كبيرين. وتحدث الحركة الناقصة مرتين في الشهر كما حركة المد والجزر الربيعية.

يمين: إن للأمواج التي تضرب الشواطىء قوة مدمرة. هنا بُنِيَ حائط من العواميد الخشبية لحماية الشاطىء.



أعلى: تؤدي حركة المد والجزر مرتين في اليوم إلى تقسيم الشاطىء إلى عدة مناطق، ولكل منطقة أنواعها الخاصة من النبات والحيوانات.

الأمواج

عندما تضرب الرياح سطح المياه تنشأ الأمواج، ومع ذلك لا تتحرك المياه في الأمواج معها. فالأمواج لا تدفع القارب، بل هذا الأخير يتأرجح فقط.

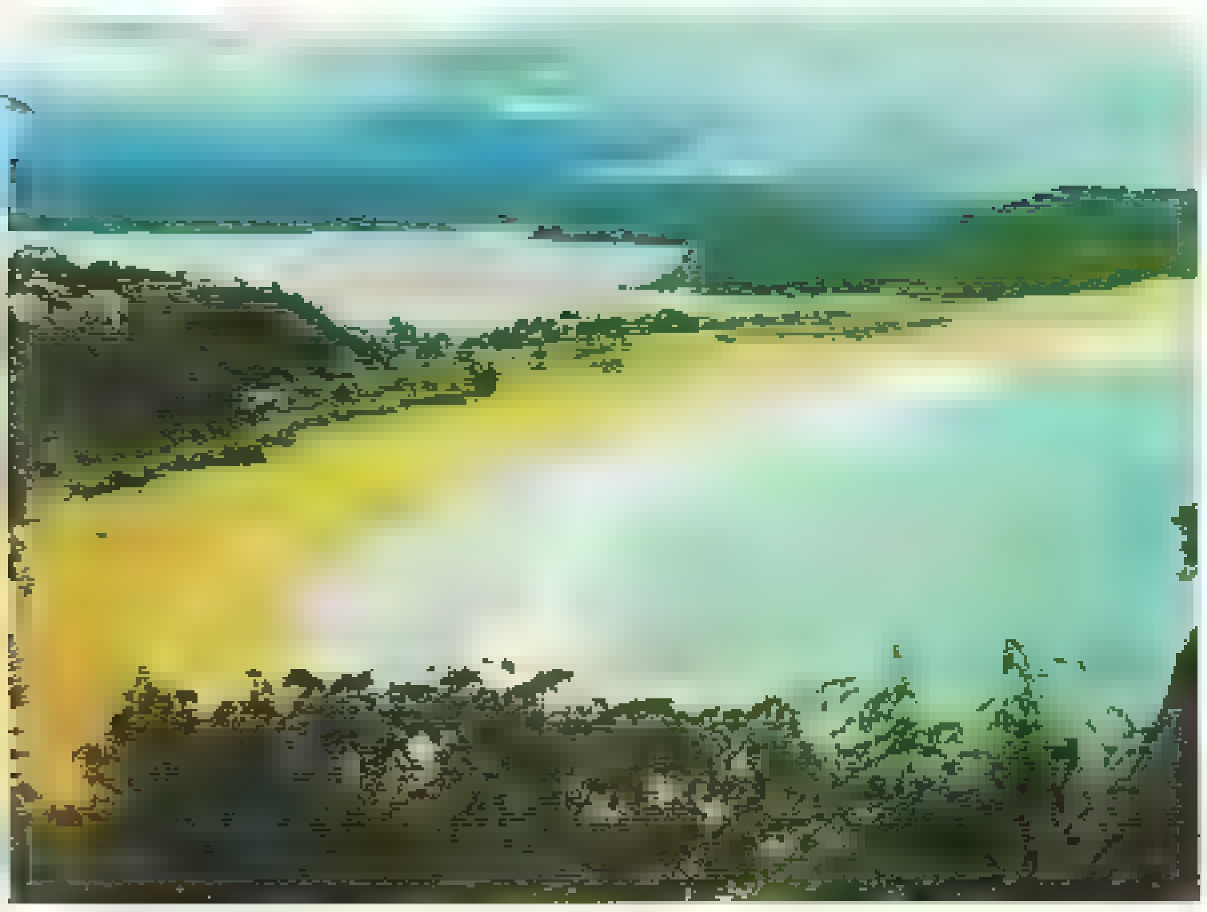
تشبه أمواج البحر الأمواج التي يحدثها حبل مربوط في أحد طرفيه ويهز من طرفه الآخر. عندما تصل الموجة إلى مياه قليلة العمق قرب الشاطىء، تصبح حركة أسفلها بطيئة غير أن أعلاها، أو ذروتها، يتابع تحركه ثم ينقلب. فالموجة تتكسر وتتناثر على الشاطىء. أما الأمواج المدمرة المسماة، الموجة البحرية الزلزالية فتسببها **الزلازل** التي تهز أرض المحيط.

المحيط الهادىء

المحيط الهادىء هو أضخم محيطات العالم الخمسة، فهو يغطي ثلث الكرة الأرضية. إنه أكبر من اليابسة بأكملها.

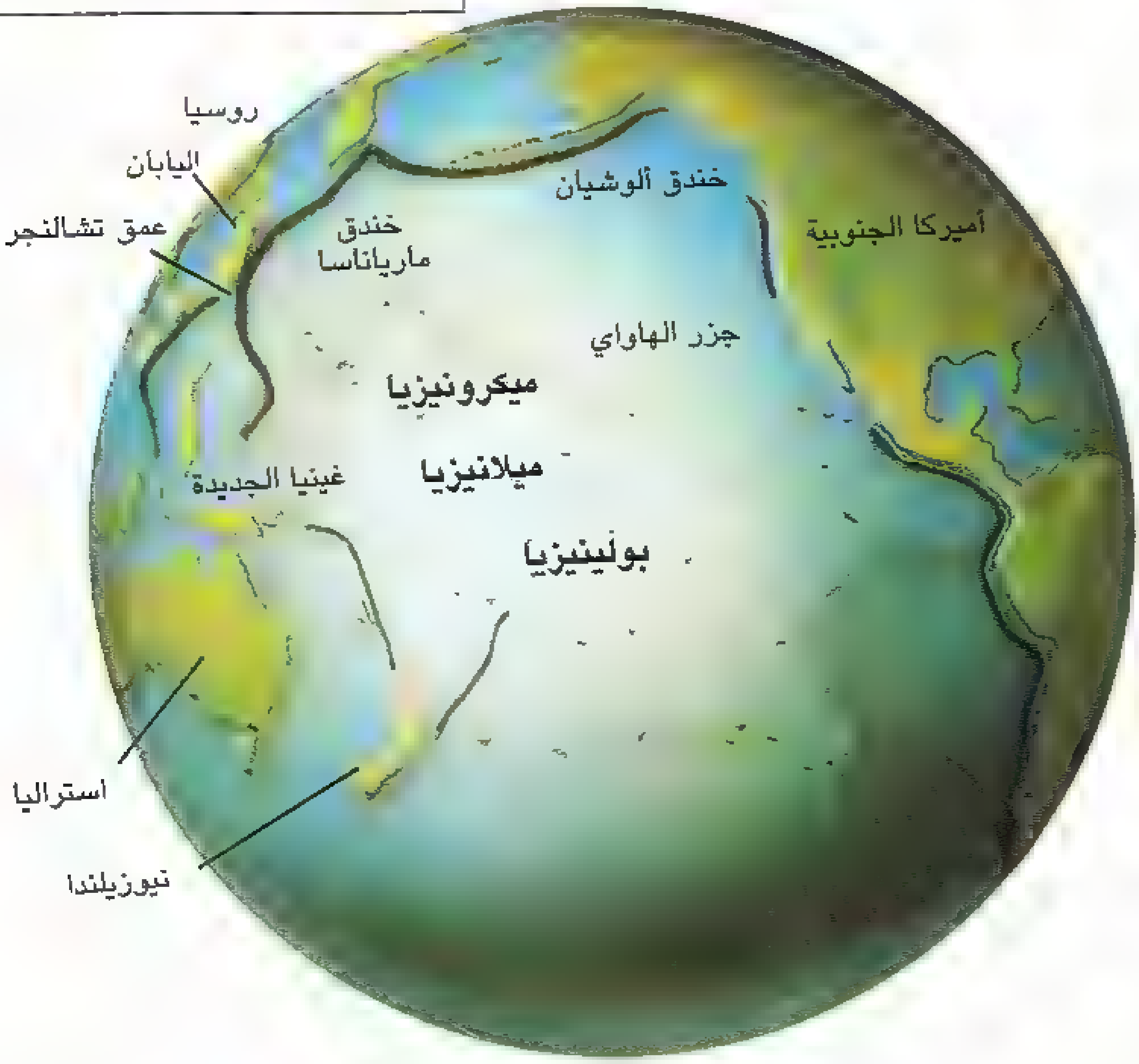
ينتهي المحيط الهادىء تقريبًا باليابسة شمالاً. لكنه يتصل بالمحيطات الأخرى جنوباً. تقع فيه جزر كثيرة معظمها بركانية الأصل، وبعضها جزر مرجانية. وتقسم هذه الجزر إلى مجموعات ثلاث: بولينزيا، ميكرونيزيا، ميلانيزيا.

قد يكون «عمق تشالنجر»، أعمق نقطة في الأرض، وهو جزء من خندق مارياناس في المحيط الهادىء الغربي. تحدث الخنادق عند أطراف الألواح عندما يُضغط طرف لوح ما تحت آخر.



أعلى: جزيرة ليون (الأسد) قرب سيدني في أستراليا، يغمرها المحيط الهادىء.

المساحة: ١٦٥ مليون كم٢.
متوسط العمق: ٤٢٥٠م.
العمق الأقصى: ١١٠٢٢م في خندق ماريناس.



المحيط الأطلسي

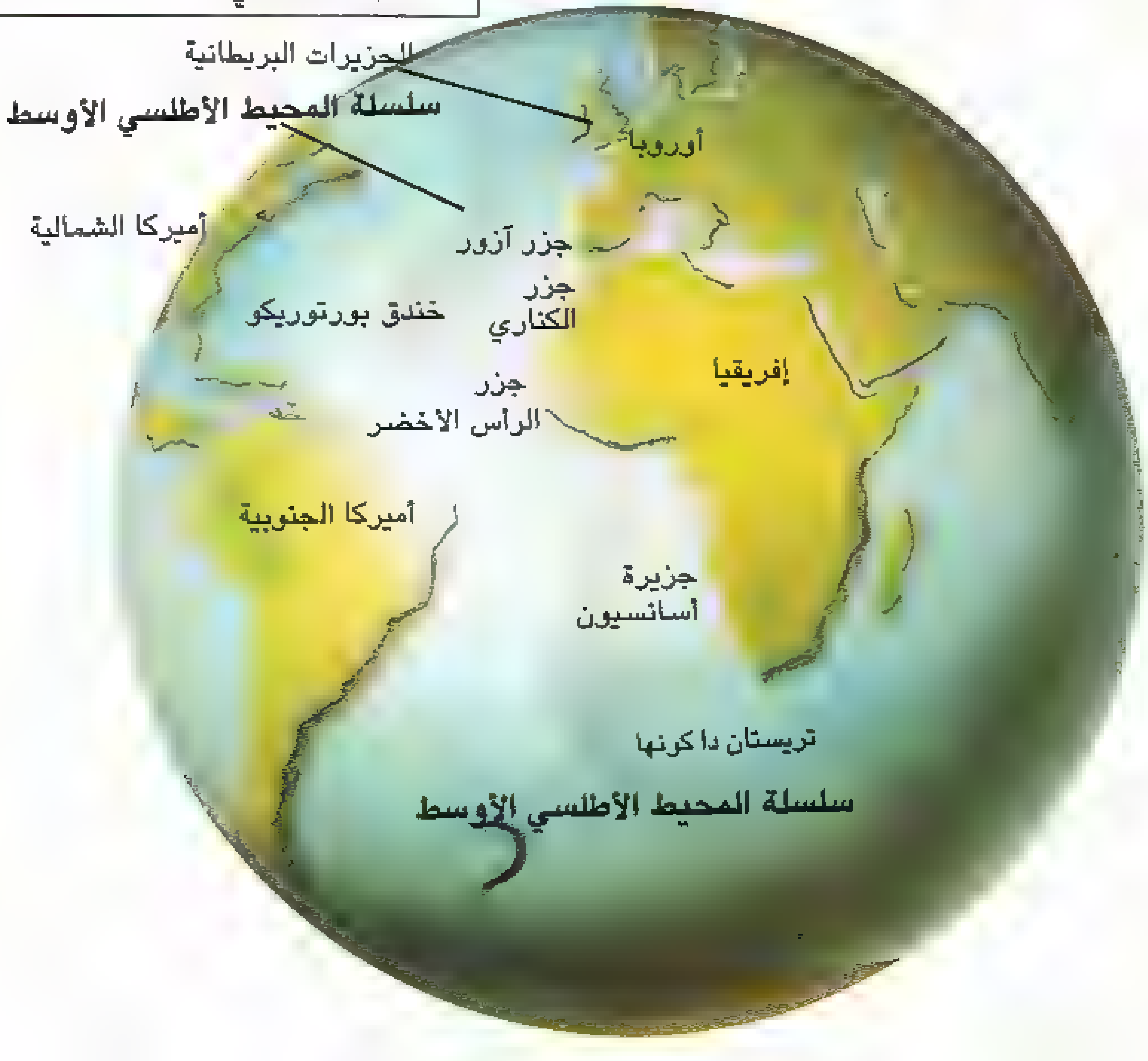
المحيط الأطلسي هو ثاني أكبر محيطات العالم، لكن حجمه هو نصف حجم **المحيط الهادئ**.

المحيط الأطلسي مفتوح عند طرفيه على محيطات العالم الأخرى. **جزره** قليلة على عكس المحيط الهادئ، ولا يمكن اعتبار الجُزَيرات البريطانية جزراً أطلسية، لأنها لا ترتفع من أرض هذا المحيط بل من جرف قاري مرتبط **باوروبا**. معظم جزر المحيط جزء من سلسلة جبلية في قاع البحر تعبر في الوسط بين الأميركتين وأوروبا **وإفريقيا**. **ايسلندا** على أحد طرفي هذه السلسلة. وتريستان داكونها على الطرف الآخر.

يعتقد بأن هذه السلسلة هي الخط الذي في موازاته تباعد القارات من كل جانب من المحيط.

أعلى: قوس طبيعي كونته أمواج الأطلسي قبالة البرتغال.

المساحة: ٨٢ مليون كلم٢
متوسط العمق: ٣٣٣٠م
العمق الأقصى: ٩١٤٤م في خندق ساندويتش الجنوبي.



أعلى: *غروب الشـمس فوق ساحـل المحيط الهندي في جنوب شرق آسيا.*

أسفل: *خريطة للمحيط الهندي والأماكن المحيطة به.*

المحيط الهندي

للمحـيط الهندي هو ثالث أكـبـر المحيطات. تحـده **إفـريقيـا وآسيا واستراليا** من ثلاث جهات، لكنه مـفتوح من الجنوب. فيه سلسلة جبلية بحـرية في وسطه كما في المحيط الأطلسي. تمتد شمـالاً من قرب **القارة القطبـية الجنوبية** حتى البحر الأحمر. وترتفع جزر عديدة من هذه السلسلة التي لها تفرّعان جانبيان. أحدهما يمتـد من الشمال الغربي، وينتهي عند جزر سيشيل، والآخر يمتد حتى **الهند**، وعليه تقع جزر المالديف.

ترتفع جـزر كوكـو مستـقيـمة من أرض المحـيط الهندي الشـرقي كمـعظم جزر المحـيط الهـادىء، وليست جـزءًا من سلسلة جبال بحرية. وجزيرتا مدغشقر و**سريلانكا** هما جزء من الجرف القاري **لإفريقيا** والهند، وليستا جزرًا محيطية.

المساحة: ٧٣ مليون كلم^{٢}.
متوسط العمق: ٤٠٠٠ م.
العمق الأقصى: ٧٤٥٠ م في خندق جاوه

المحيط القطبي الشمالي

تحدُّ المحيط القطبي الشمالي السواحل الشمالية **لكندا**، وألاسكا وغرينلاند، وسكندينافيا، **والاتحاد السوفياتي** السابق. ويصله مضيقُ بيرنغ الضيّق بالمحيط الهادىء. يندمج مع **المحيط الأطلسي** عند جانبي غرينلاند على طول الدائرة القطبية الشمالية. معظم هذا المحيط مغطى بطبقة جليدية عائمة، تكون متماسكة وصلبة خلال الشتاء. وتتكسر إلى قطع كبيرة، تسمى أطواف جليدية خلال فصل الصيف.

المساحة: ١٢ مليون كلم².
متوسط العمق: ٩٩٠ م.
العمق الأقصى: ٤٦٠٠ م.

يمين: الأغطية السميكة الطبيعية لدببة القطب تساعدها على البقاء حية في مناطق القطب الشمالي الباردة.

المحيط القطبي الجنوبي

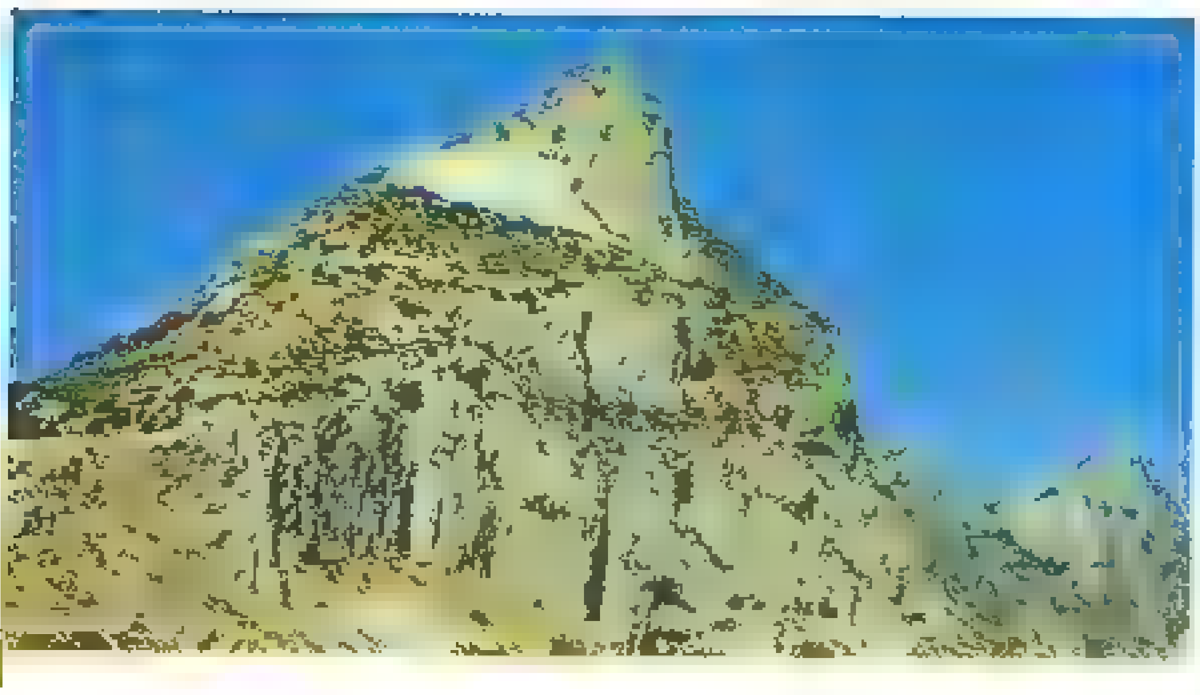
ليس للمحيط القطبي الجنوبي حدود كالمحيطات الأخرى. إنه المحيط الذي يحيط **بالقارة القطبية الجنوبية** في القطب الجنوبي. ويمتد منها حتى الرؤوس الجنوبية للقارات المحيطة به. يعتبر علماء الجغرافيا أن هذا المحيط ليس محيطاً مستقلاً، بل يعتبرون أنه الأجزاء الجنوبية لمحيطات **الهادىء والأطلسي والهندي**. تتجمد ثلاثة أخماس المحيط القطبي الجنوبي خلال فصل الشتاء ما يشكل مشكلة للسفن.

تعتبر الحدود الشمالية للمحيط القطبي الجنوبي خط التقاء مياه القطب الباردة بمياه المناطق الإستوائية الدافئة. تسجل هذه الحدود تبدلاً مفاجئًا في حياة نباتات المحيط وحيواناته.

المساحة: حوالى ٣٥ مليون كلم².
الجليد البحري: حوالى ٤ ملايين كلم² في حالة تجمّد دائم.

البحر الأبيض المتوسط

يقع البحر الأبيض المتوسط بين **أوروبا وإفريقيا**. وتصله مضائق ضيقة **بالمحيط الأطلسي** غرباً وبالبحر الأسود شرقاً. تقارب مساحة المتوسط ٣ ملايين كلم². وأعمق نقطة فيه هي في ذراعه المسمى البحر الأيوني، حيث يصل عمقه إلى ٥٠٩٢ متراً. إن مساحة البحر الأبيض المتوسط تصغر تدريجاً بسبب تحرك إفريقيا البطيء في اتجاه أوروبا. وهذا التحرك يسبّب **الزلازل** لا سيّما في شمال شرق المتوسط.



أعلى: *تحمي صخرة جبل طارق الطرف الغربي للمتوسط وهي تقع في الرأس الجنوبي لإسبانيا.*

بحر الشمال

يقع بحر الشمال بين بريطانيا **والنروج والدانمارك وألمانيا وهولندا**، وهو ذراع من **المحيط الأطلسي**. مساحته ٥٧٠ ألف كلم٢، وقليل العمق لأن قعره جزء من الجرف القاري المحيط بالجزر البريطانية. يصل معدل عمقه في جزئه الجنوبي إلى ثلاثين متراً فقط. وأعمق نقطة فيه هي قبالة ساحل النروج وتبلغ ٧٠٠ متر. أما دوغربانك فهي أرض صيْد قليلة العمق في وسط بحر الشمال.

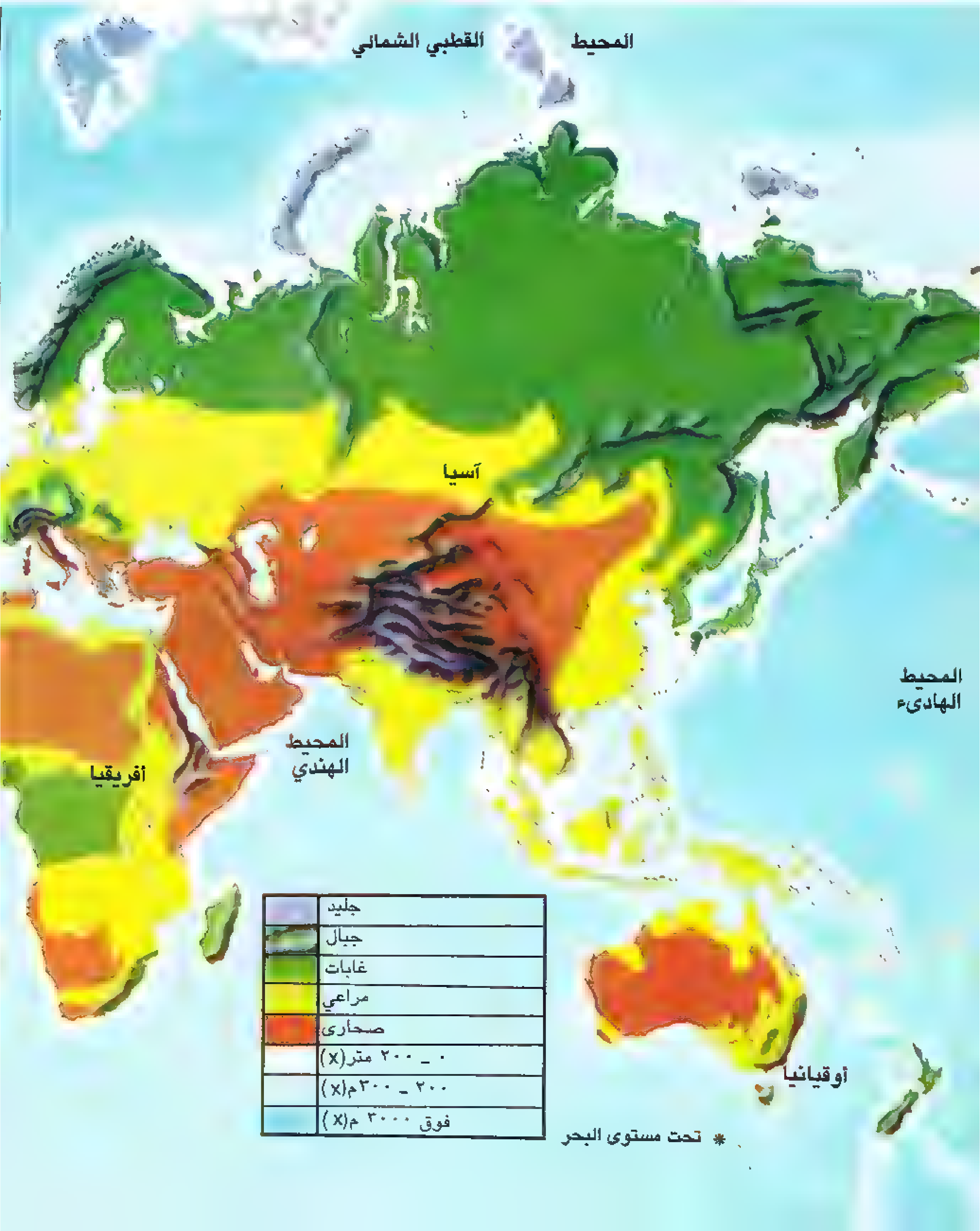
البحر الكاريبي

البحر الكاريبي هو بحر استوائي يقع بين جزر الأنتيل وأميركا الوسطى والجنوبية. إنه الذراع الغربية للمحيط الأطلسي، ويتصل شمالاً **بخليج المكسيك** عبر مضيق يوكاتان. مساحة البحر الكاريبي ٢,٦ مليون كلم٢. وأقصى عمق فيه يصل إلى ٧٦٨٦ متراً قرب جزر كايمان.

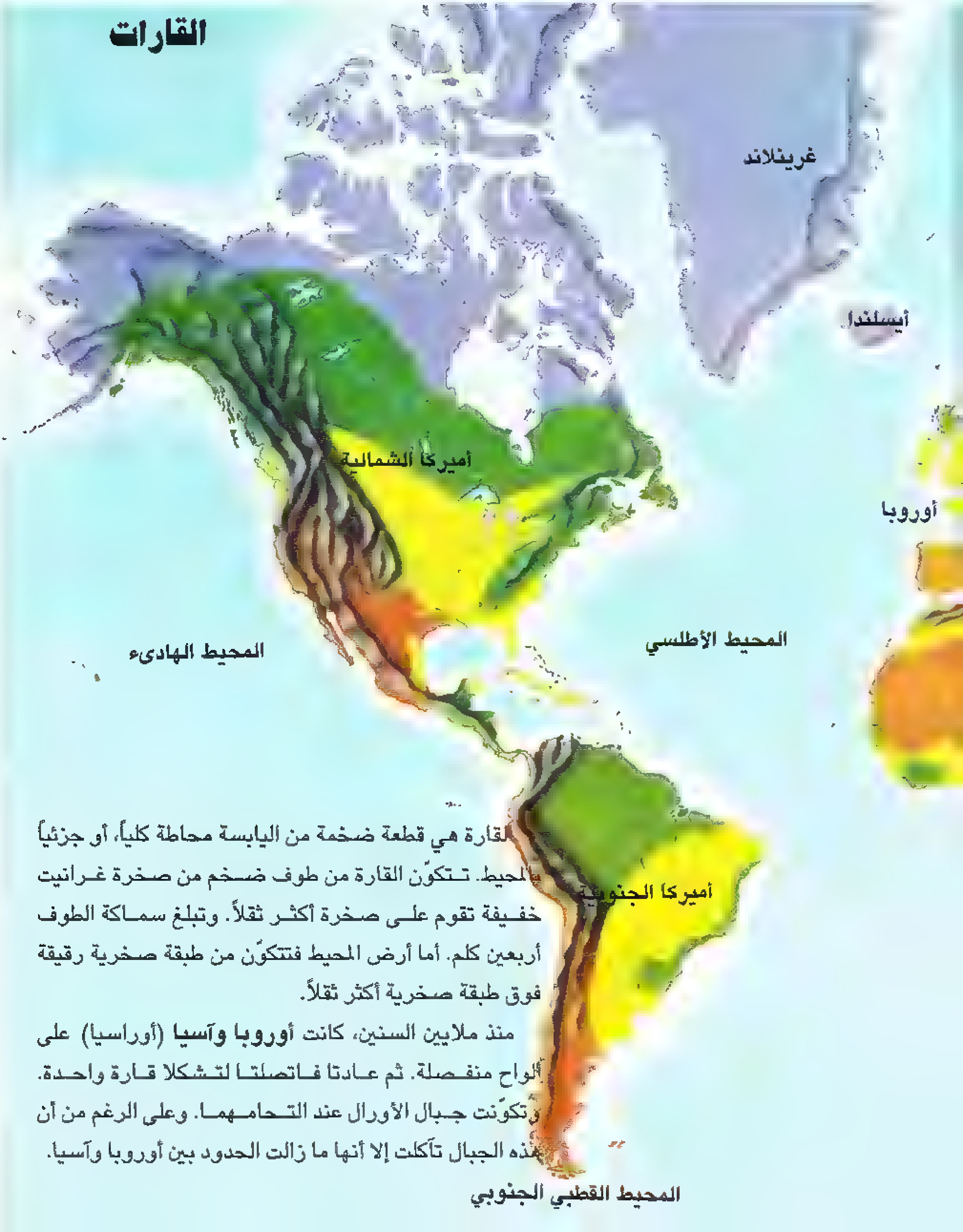
أسفل: *الهور الأزرق في جامايكا* مشهدٌ كاريبي نموذجي.

بحر سارغاسّو (بحر السرغس)

لا تحد السواحل بحر سارغاسّو كباقي البحار، فهو منطقة بيضوية الشكل في **المحيط الأطلسي**، تقع بين برمودا وآزور. تنطلق تيارات بحرية قوية حول طرف النصف الشمالي من المحيط الأطلسي. فتيار الخليج الدافىء وتيار الانجراف الأطلسي الشمالي، هما تياران أطلسيان. ويقع بحر سارغاسّو في وسط المحيط حيث لا توجد تيارات قوية. تتجمع الطحالب في المياه الراكدة وتطفو على سطح البحر في مجموعات ضخمة.


المحيط القطبي الشمالي
آسيا
المحيط الهادىء
المحيط الهندي
أفريقيا
أوقيانيا
جليد
جبال
غابات
مراعي
صحارى
٠ ـ ٢٠٠ متر(X)
٢٠٠ ـ ٣٠٠م(X)
فوق ٣٠٠٠ م(X)
* تحت مستوى البحر

القارات



القارة هي قطعة ضخمة من اليابسة محاطة كلياً، أو جزئياً بالمحيط. تتكوّن القارة من طوف ضخم من صخرة غرانيت خفيفة تقوم على صخرة أكثر ثقلاً. وتبلغ سماكة الطوف أربعين كلم. أما أرض المحيط فتتكوّن من طبقة صخرية رقيقة فوق طبقة صخرية أكثر ثقلاً.

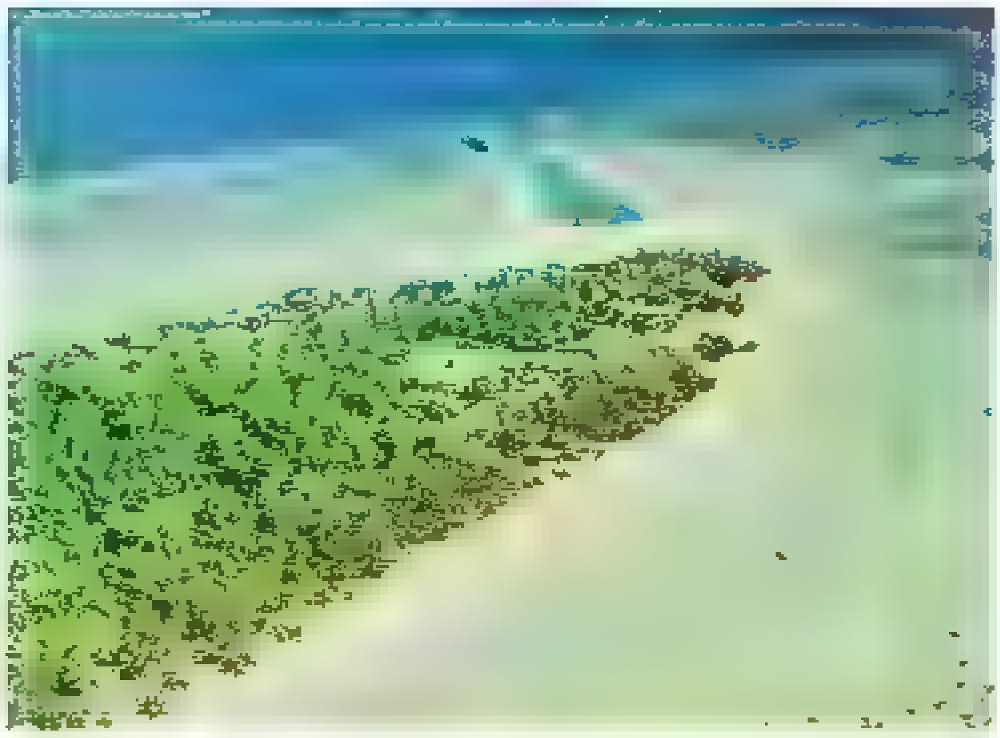
منذ ملايين السنين، كانت **أوروبا وآسيا** (أوراسيا) على ألواح منفصلة. ثم عادتا فاتصلتا لتشكلا قارة واحدة. وتكوّنت جبال الأورال عند التحامهما. وعلى الرغم من أن هذه الجبال تآكلت إلا أنها ما زالت الحدود بين أوروبا وآسيا.

كتل جليدية طافية تحيط بشاطىء القارة القطبية الجنوبية. تكوّن المنحدرات الجليدية الساحل. تمتد السلاسلُ الجبلية المغطاة بالثلوج على طول الشاطىء والأراضي الداخلية

القارة القطبية الجنوبية

هي القارة المحيطة بالقطب الجنوبي، ومساحتها ١٥ مليون كلم٢. هي باردة جداً، بحيث تغطي طبقة من الجليد اليابسة دائماً. ويصل الجليد في بعض الأماكن إلى ما تحت مستوى البحر. هذا يعني أنه إذا ذاب الجليد يُصبح جزء من اليابسة تحت البحر.

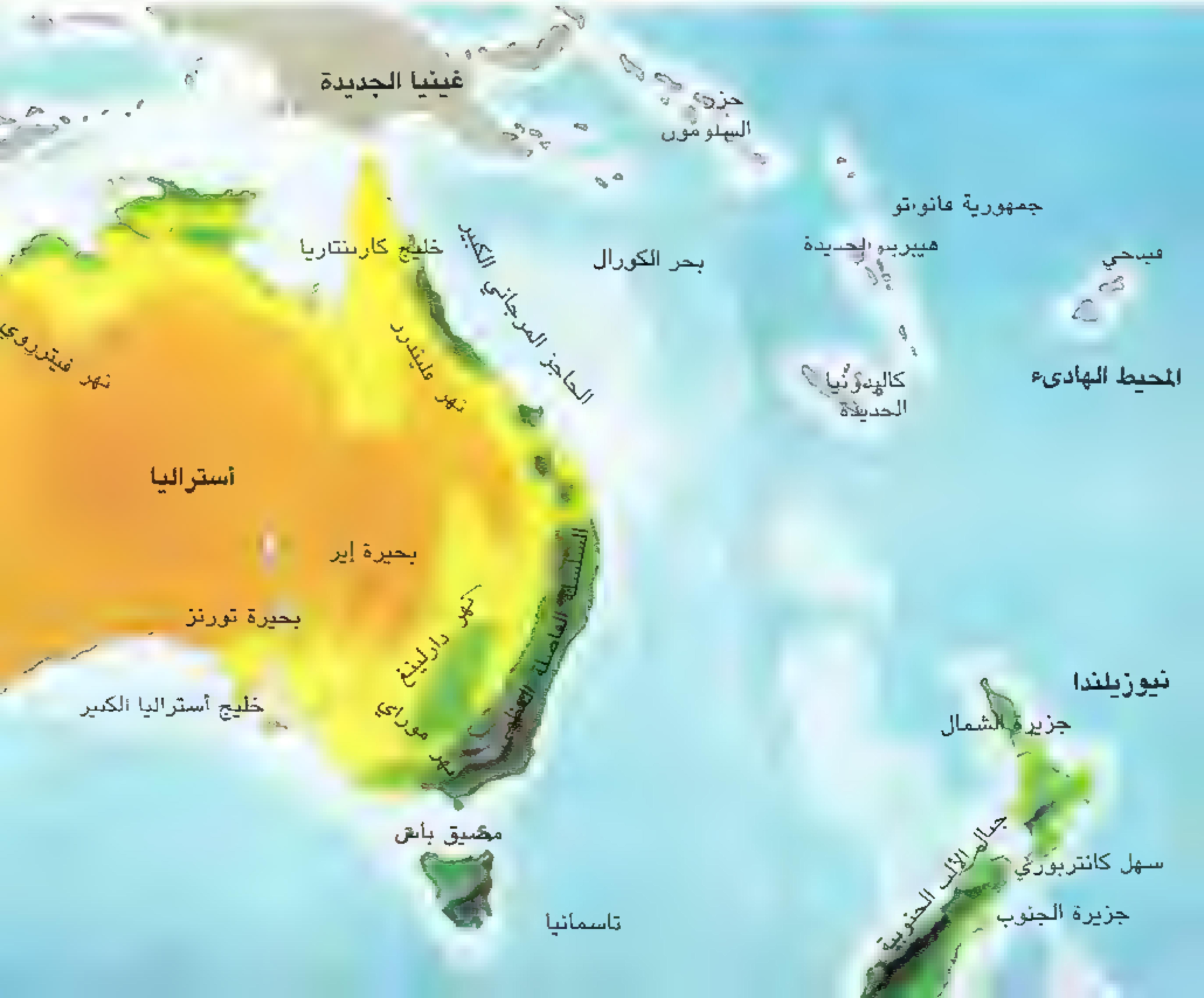
يسار: *مركز أبحاث في القارة القطبية الجنوبية.*

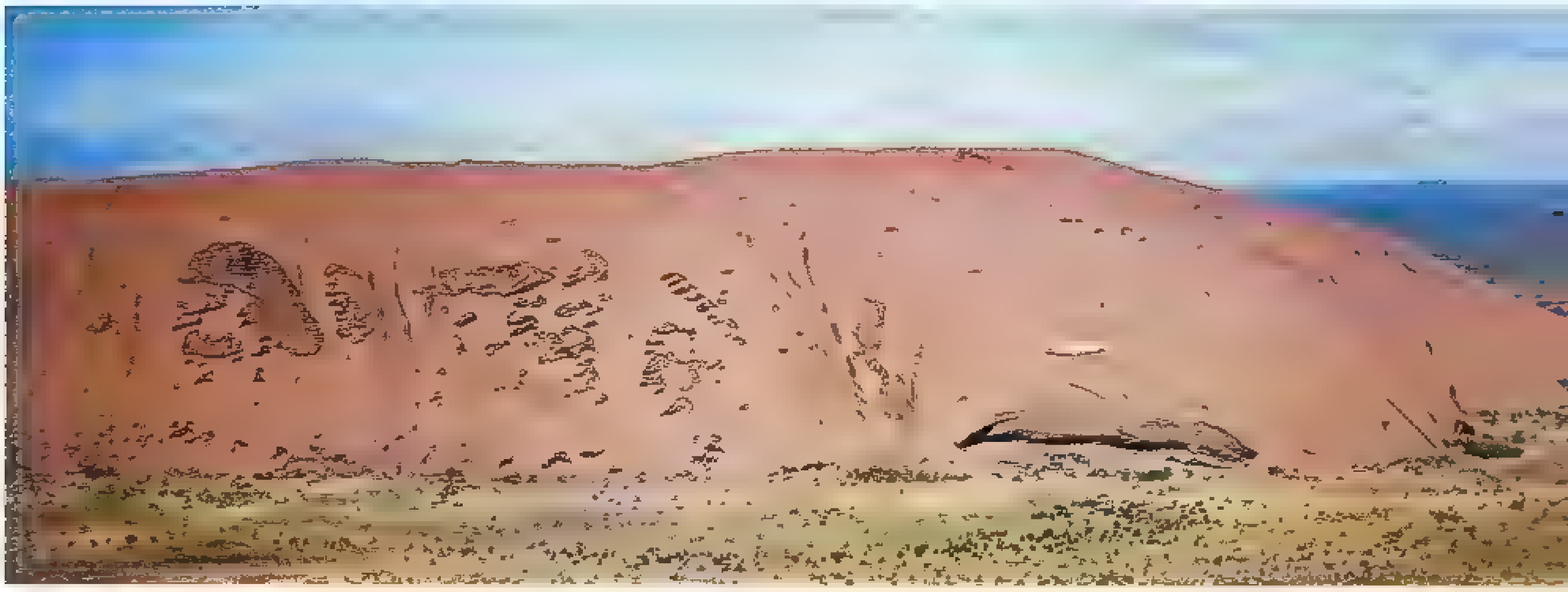


أعلى: *جزيرة هيرون، جزيرة مرجانية في حاجز بارير المرجاني الكبير ويقع على الساحل الشمالي الشرقي لأستراليا.*

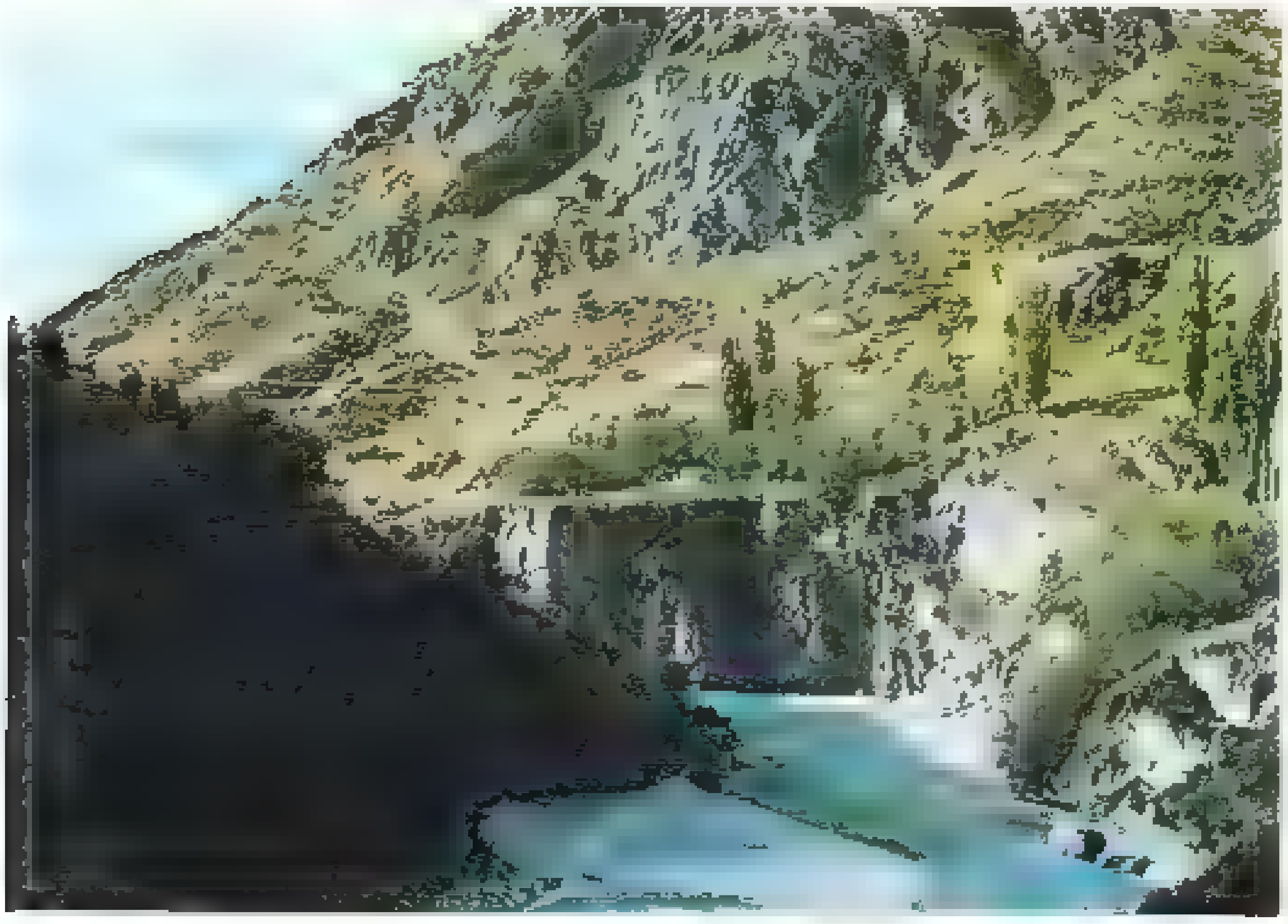
أوقيانيا

أوقيانيا هي المنطقة التي تضم **استراليا** وجزر **نيوزيلندا** وغينيا الجديدة والجزر الصغيرة المجاورة. مساحتها ٣٠٠ ٦٨٢ ٧ كلم٢، وتقسم إلى ثلاث مناطق رئيسية. تغطي الهضبة الغربية النصف الغربي من استراليا، وهي منطقة **صحراوية** يبلغ ارتفاعها ٤٠٠ متر. أما الأراضي المنخفضة الوسطى فتضم سهولاً منخفضة جافة. يصب بعض **الأنهار** في بحيرة إير، التي تقع تحت مستوى البحر بحوالى ١٢ متراً. أخيراً الهضاب الشرقية تضم معظم **جبال** استراليا.





أعلى: *صخرة إير، تقع في صحراء أستراليا القاحلة. إنها أكبر صخرة في العالم.*
أسفل: *نهر شوتوفير في نيوزيلندا.*



تتألف نيوزيلندا من جزيرتين. وتمتد سلسلة من الجبال العالية على طول الساحل الغربي لجنوب الجزيرة يضم الساحل في جزئه الجنوبي الغربي فيوردات رائعة. ويمتد شرق الجبال سهلٌ أخضر مميّز. تحتوي الجزيرة الشمالية على جبال أقل ارتفاعاً من جبال الجزيرة الجنوبية. ولكن في وسطها **براكين وحمّات** كثيرة. الطقس في نيوزيلندا دافىء وممطر في شكل عام، والزراعة فيها نشاط رئيسي.

إفريقيا

مساحة إفريقيا ٣٠ مليـون كلم مربع. يتألف معظم إفريقيا الشمالية من الصـحراء الكبرى. وإلى الجهة الشمـالية الغربية تمتد جـبال **الأطلس**. ويسيطر المناخ **المتوسطي** على ساحل هذه الجبال، أي رطب في الشتاء وجاف في الصيف، أما شرقاً فيقع وادي النيل الخصيب.

إلى الجنوب من جبال الأطلس، معـظم إفريقيـا يتكوّن من هضبة واسعة يبلغ ارتفاعها ١٠٠٠ متر تقـريباً. ويحيط بهذه الهضبة على الساحل سهل منخفض معظمه ضيّق.

تمتد عبر إفريقيا الشرقية سلسلة من **الوديان** الانكسارية، إحداها هـي الوادي الانكساري الكبـير، أو الأخدود الإفـريقي. أدى تشكيل هذه الوديان إلى تكوين جبال عـالية من **أثيوبيا** حتى إفريقيا الجنوبية. ولكن لا **جبال** أساسية ضخمة في هذه القارة، كـما في باقي القارات. أمـا مضيق موزمـبيق فيـفصل جزيرة مدغشقر الكبيرة عن إفريقيا أرضـها الأم.

إن الطقس حار ورطب حول خط الاستواء في غرب إفريقيا ووسطها. تغطي الغابات الكثيفة معظم اليابسة، إلا أن الجو أقل رطوبة جنوباً وشمـالاً وفي المناطق العاليـة شرقاً، حـيث نجد الغابات **والمراعي**. أما الطقس في جنوب غـرب إفريقيـا، حيث تقع **الصحارى** فجـاف. غير أن الطقس متـوسطي في أقصى الساحل الجنوبي الغربي **لإفريقيا الجنوبية**.

أقصى الأعلى: *مـراعي سـهول سـرنغـاتي في تانزانيا، في شرق أفريقيا*

أعلى: *طرف الصـحـراء الكبـرى قـرب جـبـال الأطلس*

أسفل: *جبل الطاولة يرتفع فوق مدينة الكاب في جنوب أفريقيا.*

البحر الأبيض المتوسط
جبال الأطلس
جزر الكناري
نهر النيل
الصحراء الكبرى
البحر الأحمر
المرتفعات الأثيوبية
نهر النيجر
بحيرة تشاد
النيل الأزرق
النيل الأبيض
خليج غينيا
نهر زائير (نهر الكونغو)
بحيرة توركانا
بحيرة فيكتوريا
المحيط الهندي
بحيرة تنجانيكا
نهر روفيجي
نهر رفوما
بحيرة مالاوي
نهر زامبيزي
المحيط الأطلسي
نهر ولبم
صحراء كالاهاري
مدغشقر
جبال داركنسبورغ

أميركا الجنوبية

تشكل أميركا الجنوبية والشمالية معاً ثاني أكبر مساحة أرضية. أميركا الجنوبية أصغر من الشمالية، وتبلغ مساحتها ١٨ مليون كلم². تلتقي أميركا الشمالية بالجنوبية عند الحدود بين بنما وكولومبيا عند برزخ بنما (البرزخ هو خط رفيع من اليابسة يصل جزءين كبيرين من الأرض).

تمتد جبال **الأنديز** على طول الساحل الغربي لأميركا الجنوبية. وهي أطول سلسلة جبال في العالم، وهي عالية جداً. وإلى الغرب منها ينبسط سهل ضيّق، أما إلى الجنوب فتنتشر **جزر** كثيرة.

كما تمتد على طول السواحل الشمالية والشرقية لأميركا الجنوبية سلاسل جبلية قليلة الارتفاع. وتقع بين الجبال في وسط القارة السهول الوسطى الشاسعة التي تخترقها أنهار كبيرة كنهر الأمازون. الطقس حول خط الاستواء حار وجاف، أما الأرض فتغطيها غابة كثيفة. والغابات **والمراعي** تنتشر في الشمال وأقصى الجنوب، حيث المناخ أقل رطوبة. كما تمتد صحراء على طول الساحل الغربي.

أعلى: *غابة مطرة استوائية في كولومبيا.*
يمين: *جبل إيلليماني، بوليفيا، في جبال الأنديز.*
أسفل: *ماشية في مزرعة في الأوروغواي.*

برزخ بنما
غالاباغوس
نهر أورينوكو
نهر الأمازون
بحيرة تيتيكاكا
ماتو غروسو
المرتفعات البرازيلية
المحيط الهادىء
المحيط الأطلسي
بامباس
جبال الأنديز
جزر الفوكلاند
أرض النار

أميركا الشمالية

تضم أميركا الشمالية **كندا** والولايات المتحدة، إضافة إلى أميركا الوسطى الممتدة من **المكسيك** حتى بنما. وتفوق مساحتها الـ ٢٤ مليون كلم٢.

تمتد **الجبال** على الساحل الغربي لأميركا الشمالية من الأسكا حتى أميركا الوسطى. وبالاتجاه نحو الداخل تجد **جبال الروكي** الضخمة (الجبال الصخرية) الممتدة من ألاسكا حتى المكسيك، وهي أعلى جبال في أميركا الشمالية.

أما جبال الأبالاش، الأقل ارتفاعاً، فتمتد على طول الساحل الشرقي لكندا والولايات المتحدة، ويقع السهل الساحلي إلى الشرق. في وسط القارة بين سلسلتي الجبال، ثمة منطقتان أساسيتان: السهل الداخلي، وهو سهل شاسع يقع شرق جبال الروكي وسلسلة **البحيرات** الضخمة الممتدة من البحيرات الكبرى في الشمال الغربي إلى بحيرة الدب الأكبر في كندا. وتقع الكتلة القارية الكندية إلى شمال شرق الجهة الأخرى، وتتكوّن من صخور قديمة جداً تحيط بخليج هدسون على شكل حدوة حصان عظيمة. وتحتوي على هضاب صخرية منخفضة وأراضٍ مرتفعة.

يتغير المناخ في أميركا الشمالية من جليدي و**مثلج** في القطب المتجمد الشمالي إلى حار وممطر في بنما. وفي كندا المناخ دافىء وممطر على ساحل المحيط الهادىء، لكنه بارد جداً خلال الشتاء في شرق جبال الروكي. وتقع منطقة **توندرا** الجدباء في أقصى الشمال. أما الجنوب فمليء بالغابات. مناخ النصف الشرقي للولايات المتحدة دافىء وممطر، وتكثر فيه الأراضي الزراعية، والنصف الغربي أكثر جفافاً، وتكثر فيه **الصحارى**. مناخ أميركا الوسطى استوائي، وتنتشر الغابات الكثيفة على بعض أراضيه.

أعلى: *أعمدة صخرية ترتفع في الصحراء في الجنوب الغربي الحار في الولايات المتحدة.*

وسط: *كلاب الأسكيمو تجر مزلاجاً في الاسكا الباردة.*

أسفل: *مرعى أخضر في مونتانا المعتدلة.*

غرينلاند
المحيط القطبي الشمالي
خليج بافين
جزيرة بافين
بحر البوفور
مضيق دايفس
ألاسكا
الأراضي الشمالية الغربية
بحيرة الدب الأكبر
نهر ماكنزي
بحيرة سلاف الكبرى
خليج هدسون
لابرادور
كندا
بحيرة وينيبغ
جبال الروكي
البحيرات الكبرى
نهر ميسوري
نهر سانت لورانس
نهر أوهايو
الولايات المتحدة
جبال الأبالاش
نهر الميسيسبي
النهر الأحمر
سييرا نفادا
ريو غراندي
المحيط الأطلسي
المحيط الهادىء
المكسيك
خليج المكسيك
سييرا مادري
خليج كاليفورنيا
كوبا
جزر الأنتيل
يوكاتان
البحر الكاريبي

أوروبا

أوروبا هي حقاً شبه جزيرة ضخمة متصلة بالطرف الغربي **لآسيا**. شبه الجزيرة هي أرض تدخل في البحر. تنحدر أوروبا غرباً حتى جبال الأورال في روسيا، وتفوق مساحتها العشرة ملايين كلم٢.

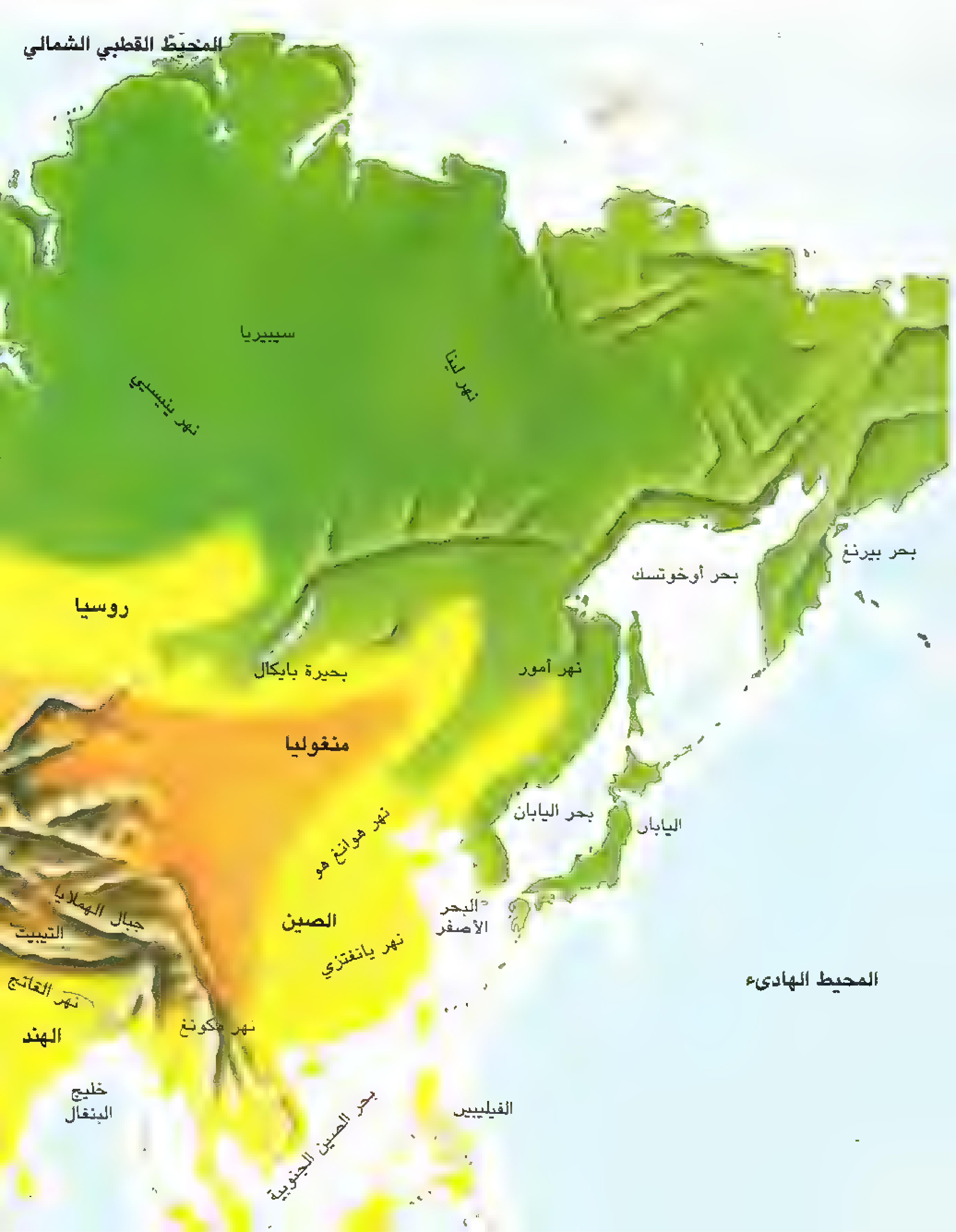
تحد جنوب غرب أوروبا الجبال والهضاب. وتمتد من إيرلندا عبر وايلز وبريطانيا الشمالية وسكوتلندا إلى **النروج**، **والسويد** وشمال **فنلندا**. ويقع إلى الجنوب والشرق من هذه الجبال السهل الأوروبي الأكبر، ويمتد من الغرب إلى الشرق عبر أوروبا. يبدأ في جنوب بريطانيا، ويخترق شمال **فرنسا وبلجيكا**، **وهولندا** و **الدانمارك** وشمال ألمانيا **وبولندا** ويقطع روسيا حتى جبال الأورال. السهل منخفض جداً، ونادراً ما يصل ارتفاعه إلى ٢٠٠ متر فوق مستوى البحر. وفي أقصى الجنوب تمتد سلسلة جبلية من **البرتغال** عبر **إسبانيا** وفرنسا حتى جنوب ألمانيا.

في أوروبا سلاسل جبلية ضخمة بدءًا من سييرا نيفادا في جنوب اسبانيا، ثم البيرينيه **والألب** والكاربات والقوقاز، وهي أعلى جبال أوروبا. وتتفرّع من هذه الجبال سلاسل فرعية. فجبال الأبينين تشكل العمود الفقري **لايطاليا**. وترتفع جبال أخرى وتمتدّ عبر البلقان **وتركيا** لتتصل بجبال القوقاز على بحر قزوين. على أقدام هذه الجبال، ينبسط **البحر الأبيض المتوسط** الذي يشكل حدود أوروبا الجنوبية.

مناخ أوروبا معتدل وممطر، ومعظم أرضها زراعية. والبرد فيها غير قاسٍ، لأن الرياح يُدفئها تيار في **المحيط الأطلسي**. يبدأ في خليج **المكسيك** ويتجه شمالاً ـ شرقاً أولاً كتيار خليجي دافىء ليتحول إلى تيار الانجراف الأطلسي قبل وصوله إلى شمال غرب أوروبا.

تباين مشهدي أوروبي.
أعلى: *لوك كريران، جون مكشوف على الساحل الاسكوتلندي.*
أسفل: *واد أخضر يقع بين جبال الألب السويسرية.*

أيسلندا
جزر فارو
خليج بوثنيا
بحيرة لادوغا
بحر البلطيق
الجزر البريطانية
بحر الشمال
روسيا
بحر إيرلندا
نهر فيستولا
نهر أودر
نهر الب
نهر التايمز
نهر الرين
نهر السين
نهر اللوار
جبال الكاربات
جبال الألب
المحيط الأطلسي
خليج بيسكاي
نهر الدانوب
جبال الب ترانسيلفانيا
جبال البيرينيه
جبال الأبنين
البحر الأسود
نهر دورو
آسيا الصغرى
البحر الأبيض المتوسط
أفريقيا الشمالية


المحيط القطبي الشمالي
سيبيريا
نهر لينا
نهر ينيسيي
روسيا
بحيرة بايكال
نهر أمور
بحر أوخوتسك
بحر بيرنغ
منغوليا
بحر اليابان
اليابان
نهر هوانغ هو
جبال الهملايا
التيبيت
الصين
البحر الأصفر
نهر يانغتزي
المحيط الهادىء
نهر الغانج
الهند
نهر مكونغ
خليج البنغال
الفيليبين
بحر الصين الجنوبية

آسيا

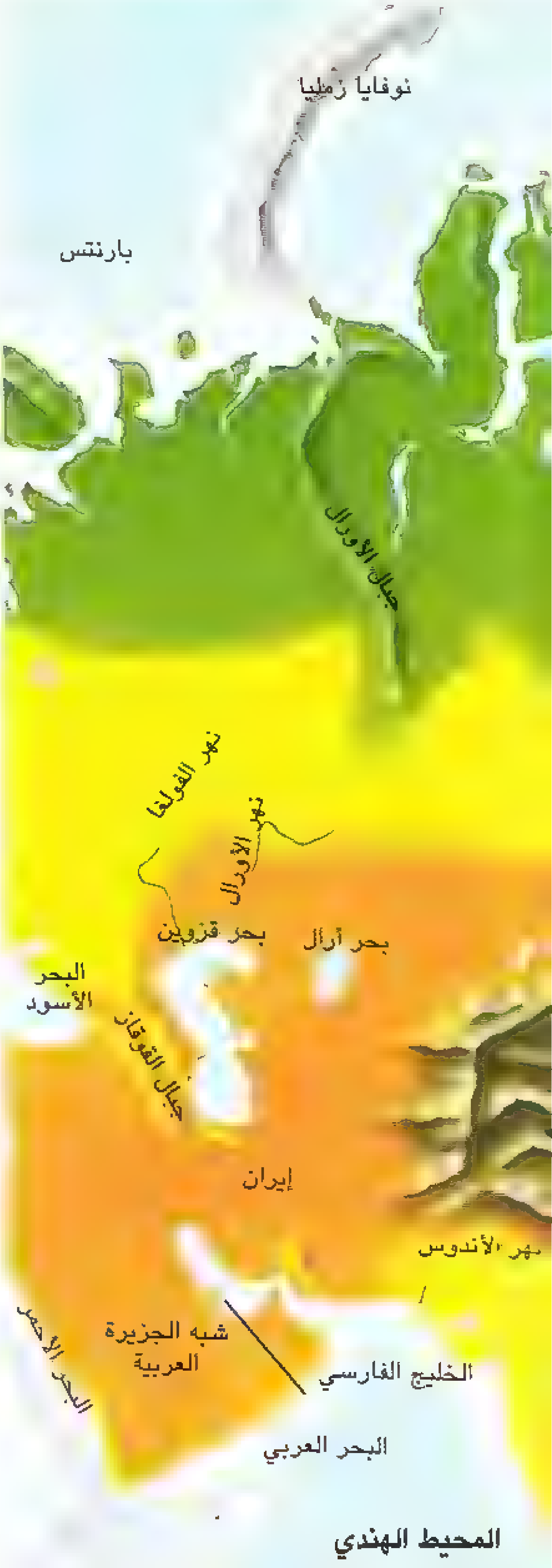
آسيا هي أكبر القارات. مساحتها ٤٤ مليون كلم٢. يحدها من الشمال المحيط **القطبي الشمالي**، ومن الشرق **المحيط الهادىء**، ومن الجنوب **المحيط الهندي**. أما البحر الأحمر فيقع بين آسيا وإفريقيا. ويشكل البحر الأسود، **وجبال** القوقاز وبحر قزوين وجبال الأورال الحدود بين آسيا وأوروبا. آسيا الصغرى هو اسم شبه الجزيرة التي تقوم عليها **تركيا** بين البحر الأسود و**البحر الأبيض المتوسط**.

تتمتع آسيا بمعالم طبيعية عديدة. فإلى الشمال الغربي يتابع السهل الأوروبي الأكبر امتداده. وتمتد جبال القوقاز حتى شرق بحر قزوين لتعود وترتفع مجدداً في مجموعة جبلية وعرة يعرف وسطها المرتفع باسم بامير، وتتفرع منه سلاسل جبلية كثيرة.

إلى جنوب شرق آسيا تقع جبال **الهملايا**، وفيها أعلى قمم العالم. وفي آسيا الجنوبية تمتد عدة هضاب عالية في سلاسل الجبال في اتجاه شبه الجزيرة العربية **وإيران والهند**. كما تمتد سلاسل جبلية من وسط آسيا حتى زاويتها الشمالية الشرقية، وتتضمن هضاباً مرتفعة في التيبت و**منغوليا**. وتقع سهول **الصين** الساحلية وسهول جنوب شرق آسيا إلى الشرق من هذه الجبال.

تقع **اليابان** في الجهة الشرقية بعيداً عن الشاطىء وجزر سومطرة وجاوا وبورنيو والفيليبين في الجهة الجنوبية ـ الشرقية، وبعيداً عنهم استراليا.

مناخ سهول الساحل الشرقي رطب، وتكثر فيها الزراعة. أما مناخ السهل الشمالي فهو بارد جداً خلال الشتاء. مناخ الهند وجنوب شرق آسيا شبه استوائي. أما مناخ الهضاب العالية في التيبت ومنغوليا وهضاب المناطق الجنوبية الغربية جاف جداً. وفي هذه المناطق صحارٍ عدة، من ضمنها صحارى شبه الجزيرة العربية الحارة جداً.



الخرائط وكيفية رسمها

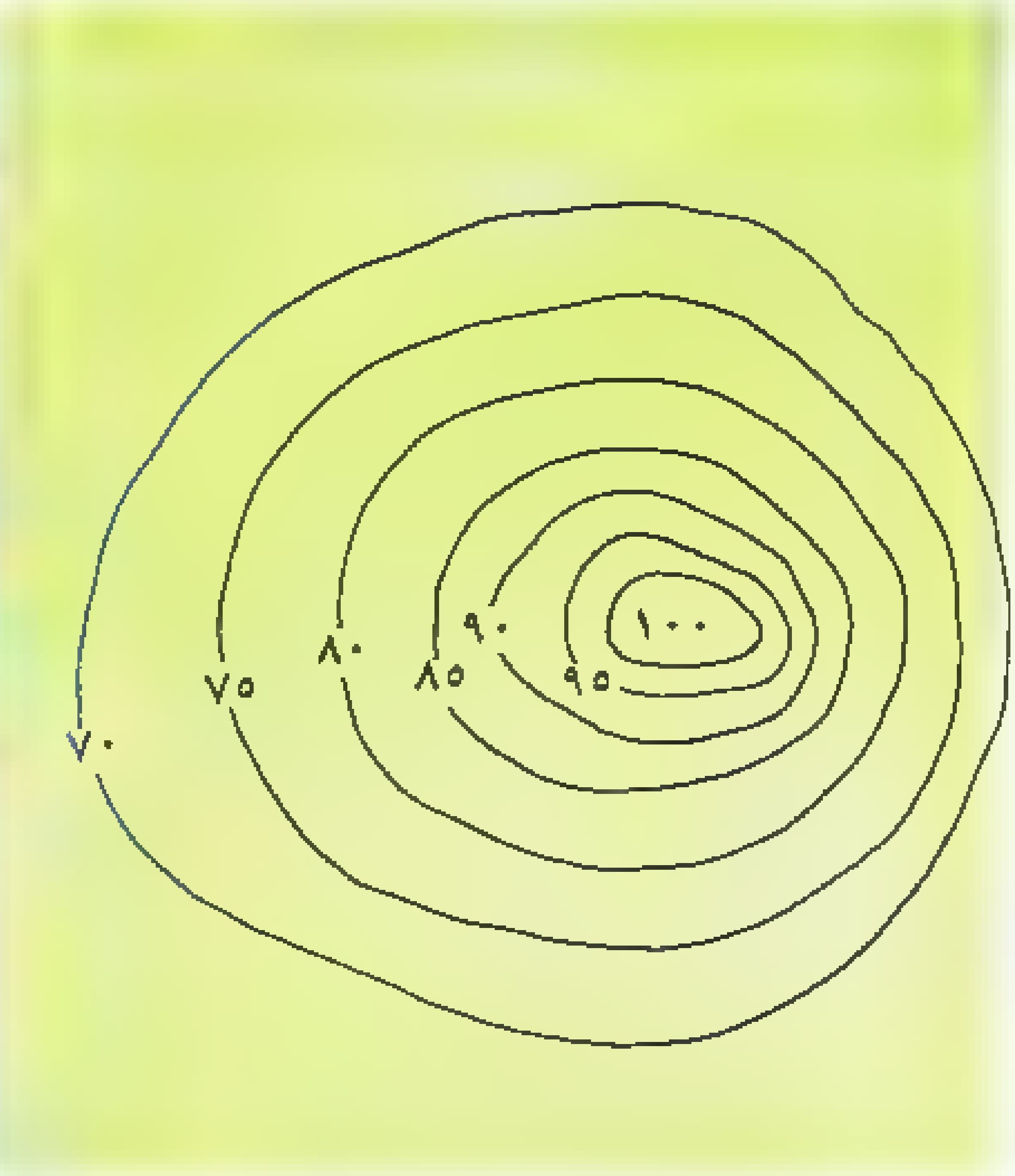
الخرائط هي رسوم أجزاء من سطح العالم. وهي مفيدة لأنها تظهر مواقع المعالم كالدول والمدن والأنهار والطرقات. كما تظهر ارتفاع الأرض من خلال خطوط المنسوب. ويظهر الرقم المدون على خط المنسوب الارتفاع فوق مستوى البحر.

ترسم الخرائط من أجل المقياس. ويظهر المقياس كم أنقص من القياسات الحقيقية من أجل تطابقها مع الخريطة الموضوعة. مثلاً، بعض المصوِّرات الجغرافية يرسم خرائطه بمقياس من واحد إلى مليون. وهذا يعني أن كل سنتيمتر على الخريطة يوازي مليون سنتيمتر أو عشرة كيلومترات على الأرض.

إن الذين يأخذون المقاييس على الأرض يسمون المسّاحين ويستخدمون في عملهم معدات عديدة. مثلاً غالباً ما يستخدمون شرائط مقياس لقياس المسافات القصيرة. أما لقياس الزوايا بين الأماكن فيستخدمون المزواة وهي أداة تحتوي على مقراب قوي جداً.

أعلى: *مسّاح يقيس الزوايا بواسطة آلة تسمى المزواة.*

أسفل: *المناسب هي خطوط على الخرائط تصل الأماكن بالارتفاع نفسه عن مستوى البحر.*



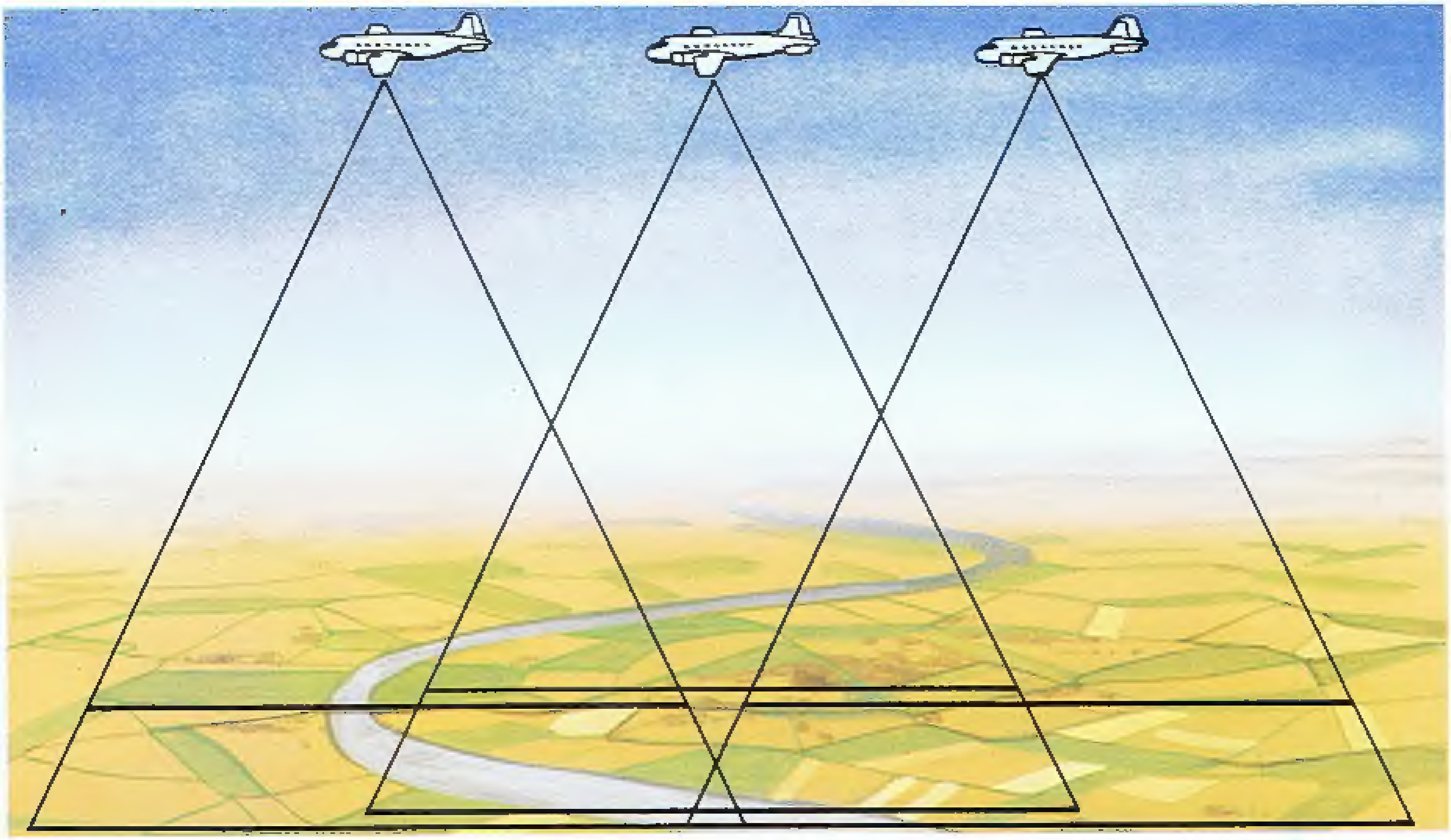
أعلى: *يمكن قياس المسافات على الأرض استناداً إلى الخرائط لأن هذه رسمت وفق مقياس.*

أسفل: *تستخدم الصور المأخوذة من الطائرات لإنجاز الخرائط.*

اصطلاحات الخرائط

تقدّم الخرائط المعلومات بالعبارات والرموز مثلاً، الإشارة المعتمدة رمزاً للطرق هي الخط الأحمر، وللأنهار الخط الأزرق. يرتبط حجم الاصطلاحات على الخريطة بمقياسها. فالخرائط التي تظهر الدول أو القارات بكاملها تسمى خرائط المقياس الصغير، وعليها تظهر المدن على شكل نقاط دائرية سوداء. أما الخرائط التي تبيّن مناطق صغيرة، كمدينة واحدة مثلاً، تسمى خرائط المقياس الكبير والتي تظهر الشوارع وأحياناً المنازل. معظم الاصطلاحات الواردة على الخرائط نقلت عن صور جوية التقطت من الطائرة.

بما أن سطح الأرض مقوّس، يصعب إظهار مساحات شاسعة في الخرائط دون إحداث تشويه فيها بطريقة ما. فالصورة الأكمل والأدق للعالم كما تراها من المراكب الفضائية، هي الكرة الأرضية. ولكن هذه أقل فائدة من الخريطة، لأنها لا تظهر الكثير من المعلومات، كما أنه لا يمكننا التجول بها وهي في جيبنا.



الأرض والفلك
أرقام وحقائق

الكون: إن الكون من الكبر بحيث إن شعاعاً ضوئيـاً يستغرق ١٠٠ ٠٠٠ مليون سنة للوصول إلينا من أبعد منطقة يمكننا مراقبتها. أقرب نجم إلينا هو القنطوروس القريب، يبعد عنا ٤١/٤ سنوات ضوئية (٤٠ مليون مليون كيلومتر).

النظام الشمسي: نبتون سيكون الكوكب الأبعـد عن الشمس بين عامي ١٩٧٩ و١٩٩٩. أيام السنة على المريخ عددها ٨٨ يوماً أرضيًا، أما على بلوتون فعـددها ٢٤٨ يوماً أرضياً. على الرغم من ضخامة كوكب عطارد فإن قوة الجاذبية على سطحه أخف بكثير من جاذبية الأرض.

الأرض: الأرض مسـتديرة تمامـاً ولكنها مـسطّحة إلى ٤٢ كـيلومتـراً بين القطبين. أقوى انفـجار بركاني مـعروف وقع في العام ١٤٧٠ قبـل الميلاد على جزيرة تيرا فـي اليونان، وقد تسبب الانفـجار بموجة برية زلزالية بلغ ارتفاعها ٥٤ متراً.

الصخور والمعادن: الماس هو الأثمن كما هو الأقسى بين المعادن، حجر الباميس يطفو على سطح الماء لأنه خفيف ويحوي فقاعات من الغاز والهواء. أقدم الصخور المعروفة عمرها حوالى ٤٠٠٠ مليون سنة.

الغلاف الجوي: أكثر الرياح سـرعة هي التيار البـحري العنيف الذي يعصف بسـرعة تفوق ٥٠٠ كيلومتر بالساعة فوق الأرض. أعلى درجة حرارة مسجّلة على الأرض بلغت ٥٨ درجة مئوية في ليبيا. وأقل درجة بلغت ٨٩,٢ درجة مئوية تحت الصفر في القارة القطبية الجنوبية.

المحيطات والبحار: بلغ ارتفاع أعلى موجـة ٣٤ متراً، وأعظم حركة مد وجزر بـلـغ ارتفاعها ١٦,٣ متراً في نوفاسكوتيا. وفي العام ١٩٦٠ سجّلت غوّاصة الأعماق تريستي رقماً قياسياً في الغطس وبلغ ١٠ ٩١٧ متراً في عمق تشالنجر في المحيط الهادىء.

القارات: معدّل ارتفـاع اليابسة عن البحر ٧٥٠ مـتراً. أكبر جزيرة هي جـزيرة غرينلاند التي تبلغ مساحتها ٢ ١٨٠ ٠٠٠ كلم٢. لا تشكل غرينلاند وغـيرها كثير من الجزر التي تقع في وسط المحيطات جزءًا من أي قارة.

الفهرس

آسيا ٣٨٠
اصطلاحات الخرائط ٣٨٣
الأعاصير ٣٥٥
الأغطية الجليدية ٣٣٠
أفريقيا ٣٧٢
الأمواج ٣٥٩
أميركا الجنوبية ٣٧٤
أميركا الشمالية ٣٧٦
الأنهار ٣٢٦
الأنهار الجليدية ٣٣٠
أوروبا ٣٧٨
أوقيانيا ٣٧٠

البارومترات ٣٤٧
البحر الأبيض المتوسط ٣٦٤
بحر ساراغاسو (السرجس) ٣٦٥
بحر الشمال ٣٦٤
البحر الكاريبي ٣٦٥
البحيرات والبحار الداخلية
البراكين ٣١٨

تشكيل اليابسة ٣٢٠
توقعات الطقس ٣٥٦
التوقيت الدولي ٣١٣

الثلج ٣٥١

الجاذبية ٣٠١
الجبال ٣٢١
جبال الألب ٣٢٣
جبال الأنديز ٣٢٢
الجبال الجليدية ٣٣١
الجبال الصخرية ٣٢٢
جبال الهملايا ٣٢٣
الجرف القاري ٣١٦

الجزر ٣٣٧
الجزر المرجانية ٣٣٧

حركة المد والجزر ٣٥٩
الحمّات ٣١٨

الخرائط وكيفية رسمها ٣٨٢

درب التبانة ٢٩٣
دورة المياه ٣٤٨

الرعد والبرق ٣٥٣
الرياح ٣٥٤
الرياح الموسمية ٣٥٥

الزلازل ٣١٩

السحب ٣٥٠
السدم ٢٩٢
السواحل ٣٣٦

الشفق القطبي الشمالي ٣٠٢
الشلالات ٣٢٨
الشمس ٣٠٢

الصحارى ٣٣٤
الصخور ٣٤٠

الضباب والغمام ٣٥١
الضوء ٢٩٩

الطيف ٢٩٩

العدسات ٢٩٨
العصور الجليدية ٣٣١
علم الفلك ٢٩٦

الفيوردات ٣٣٦

القارة القطبية الجنوبية ٣٦٩
القمر ٣٠٨
قوس قزح ٣٥٢

الكسوف والخسوف ٣٠٣
الكهوف ٣٢٩
الكواكب الخارجية ٣٠٦
الكوكبات ٢٩٤
الكويكبات ٣١١

المجرات ٢٩٣
المحيط الأطلسي ٣٦١
المحيط القطبي الجنوبي ٣٦٣
المحيط القطبي الشمالي ٣٦٣
المحيط الهادىء ٣٦٠
المحيط الهندي ٣٦٢
المذنبات ٣١٠
المرايا ٢٩٨
المستنقعات والسنجاب ٣٣٣
المطر والبرد ٣٥٣
المعادن الثمينة ٣٤٢
المعادن المفيدة ٣٤٤
المقاريب ٣٩٧
المكان والزمان ٣١٢
موازين الحرارة ٣٤٧

النجوم ٣٩١
الندى والصقيع ٣٥١
النيازك ٣١١

الوديان والخوانق والفجاج ٣٢٤